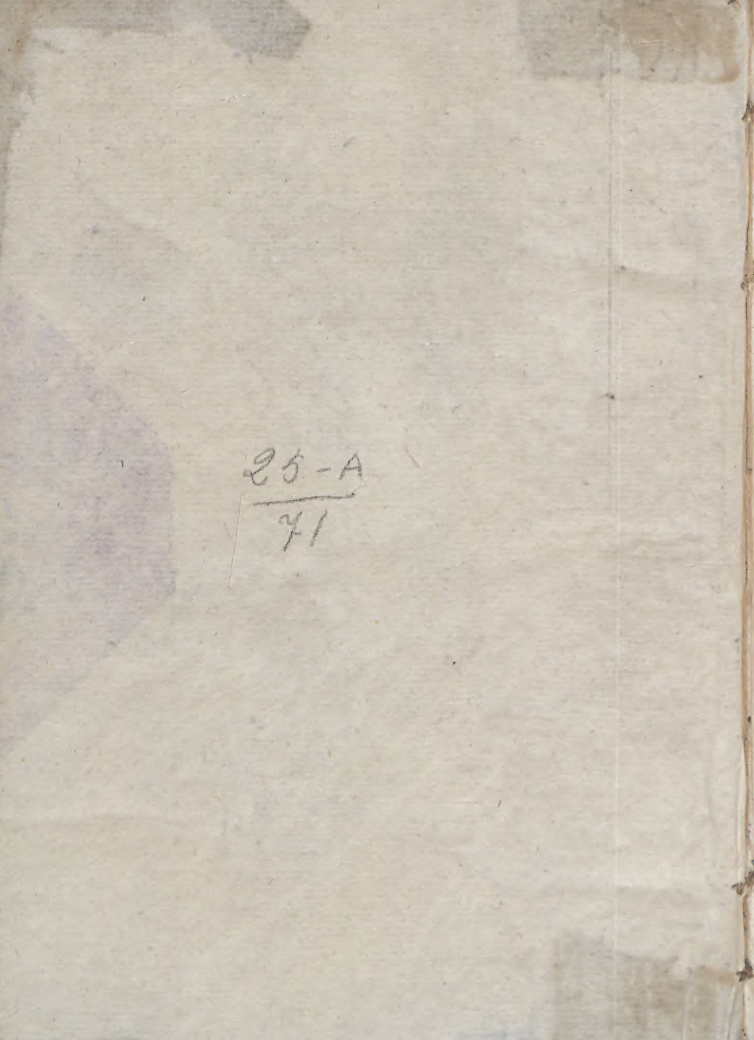
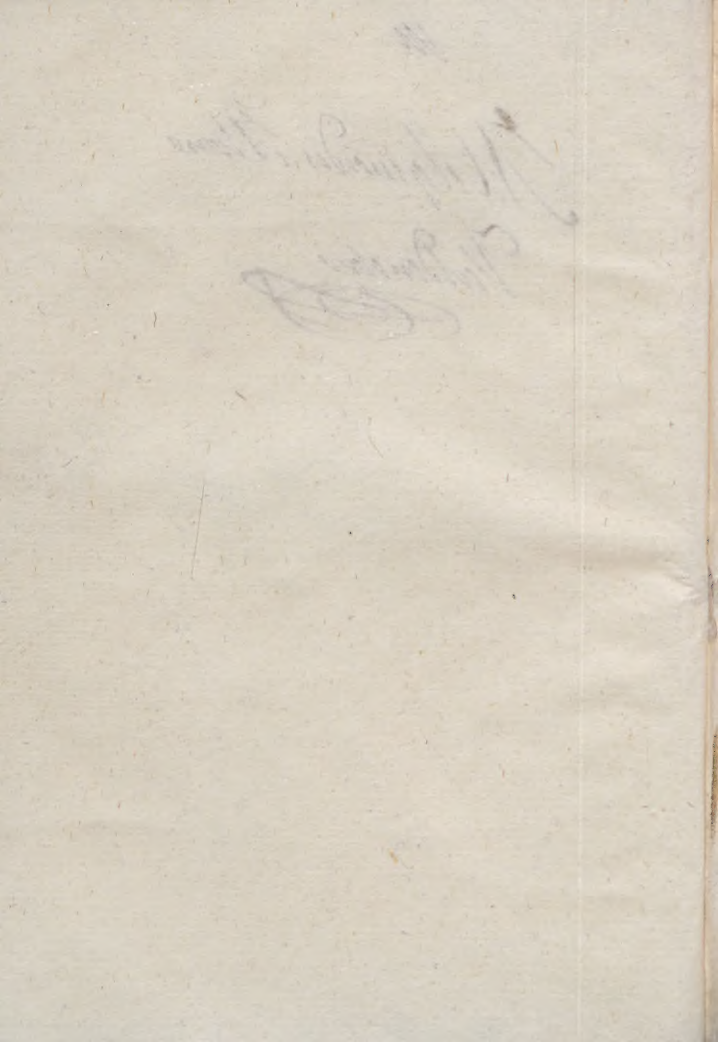



25-A
71

Melquiades Valdenebro.

tht

Melquiades Alonso
Valdenebro



EL MUNDO FISICO
Y
EL MUNDO MORAL.

CARTAS Á MADAMA DE **

POR ANTONIO LIBES,

TRADUCIDAS DEL FRANCES

POR EL DR. M. M. DEL MÁRMOL,

PRECEDIDAS EN ESTA SEGUNDA EDICION
DE UNA EXPLICACION RAZONADA
DE MUCHOS TERMINOS DE ASTRONOMIA,
TOMADA DE UN LIBRO PREMIADO POR EL GOBIERNO
FRANCES.

COMPONIENDO TODO UNA
GEOGRAFÍA ASTRONÓMICA.

SEVILLA:
IMPRENTA DE D. JOSÉ HIDALGO
Y COMPAÑÍA. 1827.

Marmol

EL TRADUCTOR

A LOS LECTORES.

Ninguno que haya saludado la Física, deja de conocer á Mr Libes: ninguno, que haya adelantado en su estudio, deja de apreciarlo: ninguno, que se diga profesor en ella, deja de admirarlo como merece. Hoy estan sus obras en manos de todos los sábios, y en los planes de estudios se señalan para la enseñanza de las materias físicas. Traducidos están sus elementos, y su diccionario de Física, mas no lo está la obrita, que publicó bajo el título del Mundo Físico, y el Mundo moral. Bajo un mismo tomo comprehende las dos materias, aunque con la debida separacion; pero realmente son obras diversas. El Mundo Físico presenta el sistema celeste con una claridad y una precision admirables, sin el aparato geométrico, que embaraza á los principiantes, y se niega á los alcances del que no haya hecho sérios estudios. En una palabra, el Mundo físico no se resiste á la inteligencia de alguno, siendo utilísima su lectura para el que estudió en las aulas, por presentarle las materias, que estudió con la mayor claridad y sencillez, y para el que no cursó en ellas, por hablarle en un lenguage, que no supone los conocimientos, de que carece.

El Mundo moral comprende una idea, rara

sí, aunque no original, que aun no está en la luz que debe estar, por haberse aun meditado poco en ella, y que no es de la utilidad, que la que comprende el Mundo Físico. Toda ella está reducida á hacer ver que hay relaciones entre las leyes, á que se sugeta el Mundo Físico y el Mundo moral. Forma un cuadro de las costumbres con los grandes cámbios, que ha producido una larga revolucion, en los que procura conocer los caracteres, para aplicar á ellos las leyes, que piensa los dirigen. En la descripcion de caracteres está mas difuso, aunque poco ó nada original. En la aplicacion de las leyes está bien escaso. Yo creo de mucho mérito al Mundo Físico de nuestro Autor, y no de tanto el Mundo moral.

De cuanto he dicho se inferirá la razon porque traduzco la parte de la obra, que abraza el Mundo Físico, y no la que comprehende el Mundo Moral. Mi trabajo ha sido emprendido principalmente con el objeto de proporcionar un tratado sobre esta materia muy á proposito para que lo lean mis discípulos en un curso, en que les enseño entre otras cosas, Astronomía Física, en desempeño de la obligacion, que me impone el plan de estudios, que rige; intentando al mismo tiempo que se generalice el conocimiento de materia tan útil entre toda clase de personas, aun de las que no han saludado las aulas, poniendo en sus manos un tratado, que puedan entender sin otros auxilios.

No obstante, el Mundo moral de Libes merece ser traducido. Si el Mundo Físico, que

ofrezco al Público, tiene buena acogida, emprenderé sin tardanza la traduccion del Moral, y se publicará á la mayor brevedad.

Asi escribía yo á la cabeza de la primera edicion. Estando los egemplares de esta para concluirse, y determinando hacer la segunda, juzgo será mucho mas útil, si publico tambien la traduccion de un capítulo, en que se esplican muchos términos pertenecientes á la Astronomía, que formará con el Mundo Físico una pequeña Geografia Astronómica, y es parte de una escelente obra premiada en rigoroso concurso por el Gobierno Frances, y que se publicó sin nombre de Autor.

Utilísimo seria publicar en castellano toda la obra, por ser la mas completa en clase de elementos, y mas á propósito para los principiantes, especialmente en la parte de Geografia Astronómica y Física. Pero, asi como creo mas oportuno publicar antes del Mundo moral, que ofrecí, el Mundo Físico añadido, creo tambien mas conveniente dedicarme á esta segunda edicion, antes que á la traduccion completa de dichos elementos de Geografia Astronómica, Natural y Política. Para emprender mis tareas dirijo la vista á los jóvenes, que han sido siempre mis delicias, y el objeto de mis trabajos literarios, tales cuales haya podido hacerlos; y antepongo la que me parece puede serles mas útil.

El Público dispensará los defectos de esta obrita, atendiendo á mis buenos deseos y á mi situacion. Cerca de cuarenta años consagrados á

la pública instruccion, por la que no he omitido fatiga alguna, van cansando y debilitando mis fuerzas. Mientras algo puedan, no ociarán; mas necesitan cada vez mas de la indulgencia del Público.

No reconoceré por mios los egemplares, que no lleven al reverso de la portada mi apellido y rubrica de mi propio puño, y el sello con las iniciales y finales de mis nombres y apellido.

PROLOGO

DEL TRATADO ELEMENTAL DE GEOGRAFIA ASTRONOMICA, NATURAL Y POLITICA.

La Geografia es la descripcion de la tierra. Se compone esta palabra de otras dos griegas, *ghé*, que significa la tierra, y *graphein*, que quiere decir pintar, describir.

Tres maneras hay de considerar la tierra, la primera como globo celeste, es decir en sus relaciones con los otros globos luminosos, ú opacos, fijos, ó movibles, que están colocados como ella, en la inmensidad del espacio, y con respecto á su situacion en el Cielo, á la rotacion sobre su ege, á su órbita al rededor del Sol, y á la revolucion, que la Luna hace al rededor de ella.

La segunda consiste en examinar la forma, la configuracion del globo terrestre, las diversas partes, de que se compone, ó los continentes, cadenas de montañas, islas, promontorios, mares, golfos, estrechos, lagos, rios, arroyos, la materia, de que está formada la capa esterior del globo, y su masa interior hasta la profundidad, á que han podido penetrar los hombres; las relaciones que todos estos diferentes objetos pueden tener

con los hechos constantes, y los fenómenos de la Naturaleza, ó con las revoluciones, que ha sufrido el globo; y en fin la naturaleza y propiedades de la atmósfera, que le rodea, y es parte tan esencial de él.

La tercera es la descripcion de los diferentes payses de la Tierra, siguiendo la division actual de Imperios, Reynos, Repúblicas, ó Poblaciones, que ocupan su superficie, de Ciudades, Puertos, Mares mediterráneos, lagos, rios, montañas, que se hallan en cada Pais, y su situacion respectiva sobre el globo en longitud y latitud; de las leyes, instituciones, costumbres y gobierno de los pueblos que habitan estas comarcas, con una noticia de su historia y acontecimientos, que han sido y serán siempre ó la causa, ó el efecto de su situacion política.

Los conocimientos geográficos, si han de ser de alguna utilidad para el uso de la vida, deben estenderse necesariamente á las tres maneras dichas de considerar la tierra que abrazan todos los fenómenos naturales y morales, porque aun prescindiendo del interes, y de la admiracion, que inspira el espectáculo del Cielo, y el órden inmudable de todos los globos colocados en el espacio, jamas los hombres hubieran podido ni conocer la figura de la tierra, ni medir su extension, ni saber la situacion respectiva de los diferentes payses, si no hubieran sido conducidos en esta investigacion dificil, por la observacion de los Astros. Por el Cielo se ha conocido la Tierra, y reciprocamente el estudio del Cielo no ha podido perfeccionarse, sino es por

el conocimiento de los lugares de la Tierra, por los viages y la navegacion. Pero poco seria saber el sitio y distancias de cada pais de la tierra, si no conocieramos la naturaleza del suelo, y las substancias diversas, que lo componen, y si ignorásemos las costumbres, las leyes, los usos de los diferentes pueblos, que participan como nosotros de la habitacion de este globo, la historia de sus revoluciones, y la influencia reciproca, que todas estas cosas han tenido las unas sobre las otras. La esperiencia de los siglos puede solamente servir de instruccion á los hombres, á quienes la naturaleza concede poco tiempo de vida, para poder adquirir personalmente la esperiencia necesaria.

Los elementos de estas tres partes de la Geografia, que llamarémos Astronómica, Natural y Política, formarán nuestra obra dividida en tres libros, de la que el primero comprenderá la Geografia Astronómica, el segundo la Natural, y el tercero la Política.

LIBRO PRIMERO.

GEOGRAFIA ASTRONÓMICA.

Como no intentamos un tratado de Astronomía, sino dar solamente los principios de los conocimientos sobre los puntos elementales, que nadie debe ignorar, nos limitarémos á presentar una explicacion razonada de algunos términos astronómicos, cuya inteligencia es necesaria, y una noticia sucinta del sistema del Mundo.

CAPITULO PRIMERO.

EXPLICACION DE ALGUNOS TERMINOS USADOS EN ASTRONOMIA.

1º EL UNIVERSO, Ó EL MUNDO.

Llámase Universo ó Mundo la reunion general de todos los grandes cuerpos, que existen en la inmensidad del espacio.

Todos los grandes cuerpos esparcidos por el espacio tienen forma de globos: los unos son luminosos por sí mismos, como son el sol y las estrellas, los otros son obscuros, aunque nos parezcan luminosos, porque la luz que les vemos no es sino la reflexion de la que reciben de un globo luminoso.

2º MUNDO PLANETARIO.

Se llama Mundo Planetario, ó sistema planetario, la reunion de los globos, que hacen su revolucion al rededor del Sol. En esta parte del espacio, en qué se hacen estas revoluciones es donde se halla el planeta Tierra.

3º MUNDO, LA TIERRA.

Quando se habla en particular de la Tierra se usa tambien de la palabra mundo. En este sentido hablamos, quando decimos la pluralidad de los mundos, suponiendo que los otros Planetas son tambien habitados, lo qual es muy probable, aunque sea imposible asegurarse de ello, y mucho mas el saber de que especie sean estos habitantes.

La sola dificultad, que ha hecho repugnar por mucho tiempo esta idea de la pluralidad de Mundos, nace de la impresion, que hace sobre nuestros ojos el aspecto de los Planetas, los cuales no nos presentan mas que un punto luminoso. Pero nosotros sabemos con certeza por las observaciones, por los cálculos astronómicos y por el uso de los telescopios, que estos pequeños puntos luminosos, son globos de un inmenso tamaño colocados á infinitas distancias de nosotros; que en algunos de ellos hay montañas, rocas, mares y lagos, que se aperciben distintamente. Una vez desengañados sobre las apariencias, inferimos ser posible que sean habitados los Planetas,

y debemos juzgar por analogía que lo son, como lo es la tierra, que, si fuera mirada desde los Planetas, no parecería sino un punto luminoso.

4º ASTROS.

Se dá en general el nombre de Astros á todos los globos que vemos brillar en el Cielo. Los hay de dos especies: los unos tienen luz propia, y estos son fijos: no corren órbita, mas quizá todos tienen, como el Sol, movimiento de rotacion sobre su ege. Los otros corren órbitas al rededor de un centro luminoso. Estos son opácos, y si nos parecen luminosos, es porque rechazan y nos vuelven la luz, que reciben del Sol; esta hiere sucesivamente en todas sus superficies, por causa de la rotacion sobre sus eges, y refleja sobre otros globos obscuros, á quienes alumbran en los intervalos, en que ellos no gozan del aspecto del astro luminoso al rededor, del que giran.

Esta segunda especie de ástros se divide en tres clases; la primera es de aquellos, que corren órbitas regulares al rededor de otro globo opáco, al mismo tiempo, que son llevados con él en su órbita al rededor de un astro luminoso. Se les llama Satélites, porque acompañan sin cesar al globo obscuro, al rededor del cual hacen su revolucion.

La tercera es de aquellos que corren órbitas irregulares al rededor de un globo luminoso; es decir, en una direccion diferente de la de los Planetas, y siguiendo reglas, que no nos son

aun bien conocidas, porque estas órbitas son de tal modo lejanas y excéntricas del sol, que no se han podido sugetar á cálculos exactos los movimientos por ellas, ni formar por consiguiente una teoría completa. Estos cuerpos se llaman Cometas.

5º EL CIELO.

Han dado los hombres el nombre de Cielo al espacio inmenso, en que ven los Astros, y que creen estar sobre sus cabezas, aunque el Cielo no esté encima ni debajo, ni al lado de nosotros, variando nuestra situacion con respecto á lo que llamamos Cielo en cada instante del dia y del año.

El Cielo parece á nuestros ojos imperfectos como una bóveda aplanada, en que están fijadas las estrellas, siempre á la misma distancia unas de otras, y creemos que dan vuelta toda entera al rededor de nosotros, vemos abajo de ella al Sol, la Luna y los Planetas, que nos parece dan vuelta tambien al rededor de la tierra. Mas, hablando con propiedad, el Cielo no es nada, es una simple apariencia. Las estrellas que nos parecen como clavadas sobre esta grande bóveda, el Sol, la Luna, los Planetas, no están sugetos ó clavados en nada; estan solamente colocados en el espacio, donde obedecen, como la tierra á los movimientos regulares, que resultan de las fuerzas primitivas y recíprocas, que les comunicó el Autor de la Naturaleza. Como esta apariencia de revolucion debe ser la misma, sea que ellos giren al rededor de la Tier-

ra, sea que quien gire sea la misma Tierra, no debemos formar juicio alguno sobre esta apariencia, y sí esperar á que observaciones continuadas y razonadas sobre todos los fenómenos celestes, nos pongan en estado de juzgar como se hacen

Si nos parece que todos estos inmensos globos estan á la misma distancia de nosotros, no obstante que están realmente á distancias admirablemente desiguales, consiste en que su verdadera distancia de nosotros es tan grande, que no pudiendo juzgar de ella por algun objeto de comparacion, que esté al alcance de nuestros sentidos, los referiremos todos á un mismo punto de distancia de la tierra; de lo que resulta en nuestros ojos la misma sensacion, que resultaria, si el Cielo fuese efectivamente una bóveda, en que todos estos astros estuviesen fijados. Nos parece esta bóveda aplanada, porque vemos y sabemos que hay un gran espacio de tierra hasta el Orizonte, y esto nos hace inferir que las bases de esta bóveda están muy distantes; y no viendo nosotros nada entre la tierra, en que estamos y lo alto de la misma bóveda, la juzgamos mas cercana á nosotros por lo alto, que por los lados.

Los niños y el comun de los hombres, que se les asemeja mucho, hallan dificultad en concebir como todos estos globos, que no estan sostenidos por base alguna, pueden estar suspensos en el espacio, y correr inmensos caminos sin precipitarse. Consiste esto, en que juzgan de estos globos por la impresion habitual de lo que

pasa sobre la tierra, donde ven que los Cuerpos se apoyan los unos sobre los otros, no pueden detenerse en el aire, y caen cuanto se les levanta de la tierra, y dejan de ser sostenidos; pero no es menester mucha reflexion para ver que esta caida de los Cuerpos sobre la tierra es el efecto de una fuerza comunicada á ellos en su formacion, y que obra continuamente sobre ellos en una misma direccion, que les hace ir unicamente al centro de nuestro Planeta. Esta única fuerza primitiva y constante obra sobre los cuerpos en la esfera particular de cada globo; pero no fuera de ella. La fuerza de gravedad, que es universal en la Naturaleza, obra en cada globo respecto á lo demas, pero cada globo ha recibido tambien en su origen un movimiento en direccion recta; y como estos globos son muchos, y se atraen recíprocamente, y pesan los unos sobre los otros en proporciones determinadas por sus masas y distancias respectivas, al mismo tiempo que obedecen á las fuerzas de proyeccion, resulta de la combinacion de estas dos fuerzas, que cada uno de estos globos conserva necesariamente su situacion y distancia, y que los que circulan corren la órbita, á que los determina la dicha combinacion. Asi es que cada uno de ellos permanece en su sitio ó corre su órbita precisamente, por la misma razon que hace, que en nuestra esfera particular los cuerpos permanezcan sobre la superficie de la tierra, y caigan sobre ella cuando se les ha separado.

Si se supusiese un solo y único globo en la

Naturaleza, se concibe que no caeria, aunque estuviese colocado en el espacio simplemente ó sin tener fuerza alguna que los sujetára; porque ¿adonde habia de caer no siendo atrahido por nada, y no habiendo nada sobre que pudiese caer? Y si se supone tambien que este único globo hubiese recibido del Autor de la Naturaleza su movimiento de proyeccion, se concibe que este movimiento seria siempre en línea recta y no tendría término.

6º LAS ESTRELLAS.

Los globos mas distantes de nosotros son las estrellas. Nos parecen mas pequeñas porque estan á distancias infinitas. Las mas cercanas, como la llamada *Sirio* está segun el cálculo y las congeturas mas fundadas de los Astrónomos doscientas seis mil veces mas lejos de nosotros que el Sol, y este está cerca de treinta y cinco millones de leguas distante de la tierra. Luego la estrella mas cercana dista de nosotros siete mil veinte y un billones de leguas.

Si el Sol estuviese colocado á una distancia cuatro mil veces mayor de lo que está respecto á la tierra, apenas lo veriamos en el Cielo. Infiérase de aqui que inmenso volúmen deben tener las estrellas, que llamamos de primera magnitud, que arrojan una lumbre tan brillante, aunque no sean probablemente las mas grandes, debiendo el parecernos tales á la menor distancia que tienen respecto á nosotros. Apenas su disco y diámetro es sensible para nosotros, y su ma-

sa vista con los mejores instrumentos, no es mas que un pequeño punto luminoso, que ocupa apenas un medio segundo de grado en el Cielo, cuando el Sol ocupa treinta y dos minutos. Síguese de esto que la mas pequeña estrella es por lo menos un millon de veces mayor que el Sol, el cual es mil cuatrocientas veces mas grande que la tierra.

Puede ser que cada estrella, sea un sol, al rededor del cual giren tambien Planetas, y que todos estos Planetas sean habitados. En esta suposicion, que es bastante probable, habrá tantos Mundos planetarios como hay estrellas, cuyo número es incalculable, como veremos muy en breve, y nuestro Mundo planetario tan inmenso, pues que tiene planetas apartados del Sol seiscientos cincuenta millones de leguas y cometas, que distan mas de cien mil millones, no será sino un pequeño punto del Universo: este punto, si fuera visto desde el lugar donde estan las Estrellas, no se creería sino ocupar un espacio de diez á doce segundos de grados en el Cielo, donde existirian mundos sin número esparcidos por espacios sin límites. Las estrellas son globos con propia luz y fijos, guardando siempre las mismas distancias unos de otros, al menos sensiblemente; decimos al menos sensiblemente porque algunas veces se han notado pequeñas variaciones en las distancias respectivas de ciertas estrellas, y algunas, tales como *Sirio* y *Arturo*, se han acercado y se acercan aun al medio dia. Las Estrellas son de diferentes tamaños, al menos en la apariencia, lo que probablemente nace

de las diferentes distancias, á que estan de nosotros.

El número de las Estrellas es prodigioso. Los Astrónomos han contado en nuestro hemisferio mas de cinco mil visibles sin ayuda de instrumentos, y han formado en nuestro tiempo el catálogo de ellas. Un Astrónomo pasó al hemisferio meridional para observar alli el Cielo y nos ha dado un catálogo de mas de diez mil estrellas; mas por medio del telescopio, se ven infinitamente mas, Hertschel, Astrónomo Ingles, dice que en un espacio de quince grados contó mas de cincuenta mil; y como su observacion no pudo ser hecha sino en la parte visible de nuestro hemisferio, y por consiguiente no comprende sino cerca de una quadragesima octava parte del espacio; y como no pudo contar las estrellas que debieron escaparse de su observacion, ni tampoco los grupos de estrellas situadas mas allá del sitio á donde alcanza nuestra vista aun ayudada con el telescopio, se concibe que deben existir muchos miles de millones de estos globos inmensos.

Sucede algunas veces que se descubren en el Cielo estrellas no vistas antes, y otras veces que estrellas observadas, tiempo habia, cesan de verse. Hay algunas que desaparecen por algun tiempo, y se descubren despues de nuevo, y otras varias de estas ocultaciones y reapariciones son periódicas. No se han hecho hasta ahora sobre estos fenómenos las observaciones repetidas, que son necesarias para formar una teoría, y asi es que sobre ello solo hay congeturas. Puede ser que

las distancias de estas estrellas, que aparecen por la primera vez sea tan grande, que la luz, que, no obstante su estrema velocidad, exige un cierto tiempo para llegar á nosotros, haya empleado un gran número de siglos para correr estos prodigiosos espacios. Puede ser tambien que algunas se acerquen y desvien por un movimiento, que la distancia infinita, á que estan, no permite apercibir ni calcular, ó que estos globos inmensos, haciendo como nuestro Sol una revolucion sobre su eje, nos presenten sucesivamente un lado menos luminoso, que no hiere nuestra vista, ó que su luz sea obscurecida por algunas manchas regulares ó accidentales durante la rotacion.

7º VIA LACTEA; ESTRELLAS NEBULOSAS.

Se ha dado el nombre de via lactea á aquella como faja blanquecina, que se vé durante la noche en tiempo sereno, estendida por el Cielo de Nordeste á Sudeste, y que tiene un grande largo. Esto no es probablemente mas que una apariencia formada por una multitud de grupos de estrellas, de que no apercibimos mas que el perfil, y que estan tan cerca las unas de las otras, que las confunde la vista, y no producen mas que la sensacion de su apariencia confusa de color de leche, de la que ha tomado aquella faja su nombre. La verosimilitud de esta opinion ha sido confirmada por una observacion de Galileo Astrónomo Italiano el siglo 16, mirado como el inventor del Telescopio, porque determinó el pri-

mero por varias combinaciones, y aplicó al uso de las lunetas de observacion, los cristales convexos y cóncavos, cuya propiedad de agrandar los objetos habia sido encontrada casualmente por un anteogero de Middelboúrg. Galileo apercibió con su instrumento en 1609 mas de 500 estrellas en la constelacion de Orion situada en nuestro hemisferio.

Es necesario colocar en la misma clase que la via lactea las nebulosas, que son probablemente tambien estrellas invisibles, que parecen á la simple vista como una pequeña nube luminosa, en la cual, aun por medio de instrumentos, no se apercibe algun punto claro de luz. Los astrónomos han descubierto un gran número de estrellas nebulosas, principalmente en el hemisferio opuesto al nuestro. Tambien hay muchas en nuestro hemisferio celeste, y son notables la de Andrómeda, descubierta en 1612, la de Orion &c. Parece que esta apariencia confusa no es mas que el producto de la luz reunida de grupos de estrellas, situadas bastante mas allá de las que son distintas y visibles. Hay nebulosas que aparecen y desparecen sucesivamente. Cuanto pueda decirse al presente sobre estos fenómenos celestes, es congeturar y nada mas.

8º LAS CONSTELACIONES.

Sirviendo la inmobilidad de las fijas de punto de apoyo y comparacion para referir á ella el curso de los ástros, los Astrónomos se han aplicado en todos tiempos á conocer y determi-

nar las situaciones respectivas de ellas, á hacer tablas y designarlas por nombres. Para facilitar esta nomenclatura en un número tan considerable de estrellas, las han clasificado repartiéndolas en diferentes constelaciones. Se llama constelacion, como lo indica el mismo nombre, una reunion en que se han convenido, de un cierto número de estrellas, que parecen cercanas las unas á las otras, y forman una especie de figura: se han dado á estas figuras nombres de hombres ó de animales, ó de otros diferentes cuerpos, á fin de poder encontrar despues en las diversas partes de estas figuras, situaciones conocidas, y denominaciones distintas. La mayor parte de estos nombres tenian en su origen aplicaciones relativas á las estaciones, á los climas, á la agricultura, á los fenómenos naturales, á algun gran acontecimiento, ó en fin, á personages grandes en los paises, donde estos nombres fueron inventados y aplicados.

Se concibe en efecto que antes de la invencion de la escritura, ó al menos antes de que se hubiera hecho comun, los hombres esplicarian sus ideas por imagenes: el lenguage escrito consistiria en geroglíficos. Por este medio el pueblo se instruiría de las estaciones y de los trabajos de la agricultura. El Cielo estrellado sería el libro, donde los sábios designarian grupos, y trazarian figuras para el pensamiento, poniéndoles en seguida nombres. En este Cielo estaba escrita la historia antigua, figurada la fábula, consagrada la religion y el culto, y consignadas las

verdades naturales por emblemas. El sentido de estos emblemas ha sido con la sucesion de los tiempos desconocido: este lenguage simbólico ha sido olvidado, no restando mas que nombres, y estos nombres, cuya alegoria ó significacion se ha perdido, han sido para los subsiguientes siglos un motivo de errores y de obscuridad, que muchos sábios han procurado desvanecer por medio de investigaciones y de sistemas ingeniosos.

Los antiguos habian designado cuarenta y ocho constelaciones, de las que doce estan situadas á poco mas ó menos, y en parte en la faja del Cielo que corresponde á la órbita de la tierra al rededor del Sol, que se llama Zódiaco, y estas doce constelaciones han sido llamadas signos del Zódiaco, de los que se hablará de aqui á poco en el núm.º 45.

En los tiempos modernos se ha convenido en los nombres de cien constelaciones, cuya lista se puede ver en las Esméferides y en la tabla astronómica publicada poco tiempo ha por Mr. de de la Ferté.

9º CIRCULOS.

El círculo es una línea curva, de la que todos los puntos estan á igual distancia de otro punto, que se supone dentro de esta línea, á quien se llama centro. En Astronomía se dá el nombre de círculo á las partes del espacio del Cielo, que nos rodea, y que corresponde á todos los puntos de un círculo imaginado sobre nuestro globo sea paralelamente al ecuador ó á la eclíptica, ó sea de un polo á otro polo.

10. DIAMETRO

El diámetro es una línea recta, cuyas dos estremidades tocan á la circunferencia de un círculo pasando por su centro. El diámetro es poco mas ó menos el tercio de la circunferencia.

11. RADIO.

Se llama rádio la mitad del diámetro, contando desde el centro á la circunferencia.

12. GRADOS.

El círculo se divide en trescientas sesenta partes que se llaman grados, el grado se divide en sesenta minutos; el minuto en sesenta segundos, el segundo en sesenta terceros &c.

13. ANGULO.

Se llama ángulo el punto en que se juntan las estremidades de dos líneas, las quales estan mas ó menos separadas en las otras dos estremidades. Dos rádios de un círculo tomados en dos diferentes diámetros forman en el centro del círculo un ángulo tanto mas pequeño ó agudo, cuanto la porcion de círculo encerrada entre las dos estremidades de estos rádios es menos grande, y el tamaño del ángulo se cuenta por el número de grados del círculo, que contiene esta porcion.

Se llama ángulo recto aquel, á quien forman

dos rádios, cuyas dos estremidades distan entre si un quarto de círculo, ó noventa grados: ángulo agudo, el que tiene menos de noventa grados: ángulo obtuso, el que tiene mas de noventa grados. En el ángulo recto, uno de los lados es perpendicular al otro, porque el uno de los dos rádios toca al punto medio de la mitad de la circunferencia, de quien el otro rádio hace la base, si se prolongára por todo el largo del diámetro: se forman pues 90 grados, pues que la mitad de la semicircunferencia es un quarto de un círculo compuesto de trescientos sesenta grados.

14. GLOBO.

El globo es un cuerpo sólido, en el que todos los puntos de la superficie estan á igual distancia de otro punto interior, que se supone en el centro.

15. EJE.

Se llama eje el diámetro que está inmoble en un globo, cuando el mismo globo dá vueltas sobre sí mismo, como si este diámetro fuera un alambre fijo, al rededor del cual el globo girase.

16. POLOS, ESTRELLA POLAR.

Los polos son las dos estremidades del eje. Esta palabra se deriba de una griega que significa dar vueltas. Hay por consiguiente dos polos en el globo de la tierra: 1º el Polo septéntrional, ártico ó boreal, que es el de nuestro he-

misferio, llamado asi por causa de la constelacion de la osa, cuyo nombre griego es *arctos*, y que está cercana á nuestro polo, ó por causa de siete estrellas de la constelacion de la osa grande, que se llaman Triones: 2º el polo meridional antárctico, ó austral, que es el del otro hemisferio, llamado así por ser opuesto al polo árctico, y porque con relacion á nosotros, este polo está al mismo lado, que el ecuador, á cuyo lado está el Sol para nosotros, y de él nos viene el viento del medio dia antiguamente llamado Austro, viniéndonos el viento frio, ó del norte, llamado Boreas, del lado de nuestro polo.

Se ha dado el nombre de estrella polar á una estrella situada en la parte del Cielo á poco mas ó menos en donde está nuestro polo, pues que ella está siempre en la misma posicion respecto á nosotros, no obstante la rotacion diurna del globo terrestre, y no obstante tambien la órbita annual, que corre al rededor del Sol, por que esta órbita se hace en un plano, que no es el de nuestro ecuador sino uno inclinado al eje de rotacion de la Tierra, lo que se llama inclinacion del eje; y esta inclinacion es constantemente dirigida hácia la estrella polar, lo que se llama paralelísmo del eje de la Tierra, del que se hablará despues en los números 43 y 44; mas nosotros cambiamos de posicion respecto de todas las otras estrellas, sea por el efecto de la rotacion diurna de nuestro globo, sea por su revolucion annual al rededor del Sol.

El otro hemisferio de nuestro globo tiene tambien su estrella polar. Los habitantes de él,

deben por la misma razon que nosotros llamar á su polo, polo del norte, y llamar al nuestro polo meridional, porque en uno y otro hemisferio es siempre hácia el ecuador, hácia donde se tiene el aspecto del Sol al mediodia; mas entre ellos y nosotros hay la diferencia que cuando ellos miran hácia el equador, hácia donde está siempre el mediodia, tienen el levante á su derecha, mas nosotros mirando el mediodia, tenemos á la izquierda el levante.

17. ELEVACION DEL POLO.

Mientras mas se acerca uno al polo, mas sobre su cabeza tiene la estrella polar, porque entonces se acerca mas á la estremidad del eje de la Tierra, esto es al poló que es perpendicular al diámetro del ecuador. Esto se debe entender de los dos polos. Hay 90 grados del ecuador á cada uno de los polos pues que la distancia entre el ecuador y el polo es un cuarto del círculo.

Cuando uno está en el ecuador tiene al Sol al medio dia perpendicular sobre su cabeza, ó en el Zenith, y tiene la estrella polar en el horizonte; y si uno estuviera en el polo mismo, tendria la estrella polar perpendicular sobre su cabeza, y al Sol en el horizonte. De aqui procede que para expresar el lugar del cuarto del círculo, en que un lugar está situado, empezando á contar desde el ecuador, se dice que está á tal ó cual grado de elevacion del polo, porque en efecto, mientras mas está uno desviado del ecuador,

mas elevado tiene el polo sobre el horizonte.

18. ECUADOR.

Llaman ecuador un círculo del globo, que está á igual distancia de los dos polos, y que divide el globo en dos partes iguales, cada una de estas partes se llama hemisferio, esto es mitad de esfera. Se dice tambien ecuador celeste para espresar un círculo ideal del espacio, que divide lo que llamamos Cielo en dos partes iguales en el mismo sentido que el ecuador terrestre, como si el espacio universal fuera un grande globo hueco, en que estuvieran colocados el globo de la tierra, el Sol, los Planetas, los cometas y las estrellas, ocupando estas la grande circunferencia.

19. ESFERA, ESFEROIDE.

Esfera y globo son la misma cosa, pero en Geografia se da mas particularmente el nombre de esfera á la reunion ideal de círculos, que representan las revoluciones de los globos celestes y aun de círculos, en que se imagina que estan las estrellas. Para ofrecer á la vista las relaciones y efectos de estas revoluciones, se han figurado con círculos de carton ó de metal las órbitas de los Planetas, y muchos objetos de los fenómenos celestes, y todos estos círculos reunidos se llama la esfera.

Se ha querido asi facilitar el estudio y la observacion de los movimientos de los Planetas,

cuyo conjunto es dificil comprender sin estos auxilios, á causa de las apariencias que nos engañan.

Nos valemos tambien de la palabra esfera para espresar la diferencia ó situacion, en que se encuentran los habitantes de la Tierra en sus diferentes latitudes con respecto al Sol á los Planetas y á las estrellas.

Se dice de los que habitan en el equador que tienen la esfera recta, porque tienen el Sol á plomo sobre sus cabezas, y la estrella polar tocando al horizonte. Se dice de aquellos, que tocan los polos, si pudiera haber allí habitantes, que tendrian la esfera paralela porque tendrian al Sol en el horizonte, que deberia parecerles paralelo del ecuador, y tendrian á la estrella polar á plomo sobre sus cabezas, y algunas de las visibles de su hemisferio no se ocultarian para ellos; esto es, las verian siempre durante la noche, pareciéndoles que daban vueltas al rededor de ellos y de la estrella polar en sentido paralelo al horizonte. Los supuestos habitantes de nuestro polo verian sin cesar al Sol hácia el horizonte, mientras que la tierra corriese la mitad de su órbita en su inclinacion al lado en que está el Sol, es decir desde el 20 de Marzo hasta el 22 de Setiembre; y á los habitantes del otro polo sucederia lo mismo, mientras que la Tierra corriera la otra mitad de su órbita, es decir, desde 22 de Setiembre hasta 19 de Marzo.

Se dice en fin de los que habitan desde los 23 grados y medio de latitud hasta los 66 y medio, que tienen la esfera oblicua, porque jamas

tienen ni al Sol, ni á la estrella polar sobre sus cabezas, y la dicha estrella polar tiene respecto á ellos una elevacion mas ó menos grande, segun estan mas cerca ó mas lejos del polo, siendo todo lo contrario respecto al Sol, porque lo ven tanto mas alto al medio dia, cuanto estan mas lejos del Polo, y por consiguiente mas cerca del ecuador.

Cuando un globo no es perfectamente redondo, esto es, cuando el uno de sus diámetros es mas corto que el otro, y por consiguiente su forma es oval ó aplanada se le dá el nombre de esferoide; se dice esferoide alargado y esferoide aplastado. El globo terrestre es un esferoide un poco aplastado en los polos.

20. ZONAS.

La palabra Zona que significa ceñidor ó faja, se aplica á las partes de un globo, que son paralelas á su ecuador y semejantes á fajas, que rodeasen el globo en el mismo sentido que la línea del ecuador.

Para facilitar la descripcion de todas las partes del globo terrestre y de sus relaciones con el aspecto del Sol, que la alumbra y calienta, se le divide en cinco Zonas. 1ª la Zona tórrida situada bácia el ecuador entre los dos círculos del globo, que están sucesivamente y de [illegible] en seis meses poco mas ó menos en oposicion [illegible] perpendicular con el Sol, entre [illegible] el ecuador. El uno de estos dos [illegible] estro hemisferio, y se llama

el Trópico de *Cancer*, porque á esta época de su órbita, lo tiene esta frente de las estrellas de la constelacion llamada el signo de cancer; el otro está en el hemisferio opuesto, y se llama Trópico de *Capricornio*, por la misma razon de estar la tierra entonces frente al signo de este nombre. Esta palabra trópico nace de otra palabra griega, que significa volver, porque desde el trópico parece que la Tierra toma respecto al Sol un camino opuesto: y en efecto en lugar de presentarles cada dia un punto mas cercano al polo, como sucede al irse acercando al Trópico, le presentan uno mas cercano del ecuador, contiene por consiguiente la Zona torrida cuarenta y siete grados de latitud, la mitad de la cual ó 23½ grados estan al lado de nuestro hemisferio, y otros 23½ en el lado opuesto mas allá del ecuador; porque estando, como se dirá despues el eje de la tierra inclinado cerca de 23½ grados sobre el plano de la órbita, que corre al rededor del Sol, las Regiones situadas á esta latitud, son las últimas contando desde el ecuador, que tienen en su sitio perpendicular el Sol. Siguese de aquí que en el pais de la Zona Tórrida exceptuando aquellos, que estan precisamente sobre los dos trópicos, tienen al Sol en el mediodia unas veces á su derecha, otras á su izquierda, y que la sombra va unas veces al lado del polo, otras al lado del ecuador. Esta alternativa es de seis meses [illegible] el ecuador, y tiene mas ó menos dura[illegible] nos acercamos al trópico. 2 [illegible] Zona templada septentrional, que compre[illegible] grados [illegible]

Zona torrida, y la Zona fria ó glacial del norte. 3ª La Zona fria ó glacial del norte, que comprehende $23\frac{1}{2}$ grados desde la Zona templada hasta el polo. 4ª La Zona templada austral de 43 grados. 4ª La zona glacial austral de $23\frac{1}{2}$ grados.

Se ve que el arco, que hace la cuarta parte de un círculo; y que se encuentra entre el ecuador y cada polo, está ocupada por dos Zonas y la mitad de otra, que son

la Zona fria.	$23\frac{1}{2}$
la Zona templada.	43
la mitad de la Zona tórrida. .	$23\frac{1}{2}$

Lo que hace los 90 grados, que contiene el cuarto del círculo compuesto de 360 grados.

Esta division de las Zonas no ha sido hecha arbitrariamente, está fundada sobre el hecho constante de la inclinacion del eje de la tierra, siempre paralelo asi mismo, de la que resulta que cuando el punto, que está á los $23\frac{1}{2}$ grados de latitud en uno de los dos hemisferios está frente del Sol en línea perpendicular, el $66\frac{1}{2}$ grados de latitud en el otro hemisferio, está opuesto al Sol en la misma línea perpendicular, de suerte que si una línea recta saliendo del centro del Sol, y entrando en el globo terrestre por el $23\frac{1}{2}$ grados de latitud Norte atravesase el globo pasando por su centro esta línea, saldria por los $66\frac{1}{2}$ grados de latitud Sud en el hemisferio opuesto, y dejaria por consiguiente del lado del polo austral $23\frac{1}{2}$ grados. Se sigue de aqui que en el momento en que sobre uno de los dos hemisferios el Sol está en aspecto perpendicular al $23\frac{1}{2}$ gra-

dos mas allá del ecuador, lo que sucede en el solsticio de verano bajo el trópico de cancer para nuestro hemisferio, el 66½ grados del otro hemisferio, desde donde hasta el polo austral hay 23½, está totalmente privado del aspecto del Sol, durante la revolucion diurna, y hay allí por consiguiente una noche de veinte y cuatro horas por la misma razon que hay un dia de veinte y cuatro horas, el que se goza en los 66½ grados de latitud en nuestro hemisferio. Esto es lo que ha determinado la division de las Zonas y la fijacion del círculo polar, en el 66½ grados de latitud en los dos hemisferios,

21. CLIMAS.

Llámase clima el espacio del globo, comprendido entre dos círculos paralelos, de los cuales la distancia es tal que en aquel, que está mas cerca del ecuador el mayor dia del año es media hora mas largo en el invierno, y mas corto en verano que en el otro círculo, que le sigue.

La division de climas no es la misma en las dos Zonas frias, que en las dos templadas y en la Tórrida.

Desde el círculo polar, en que acaba la Zona templada hasta el ecuador, hay entre los dias mas largos y los mas cortos del año una diferencia de doce horas, porque en el ecuador los dias tienen doce horas, y doce las noches durante todo el año, y en el círculo polar hay en verano un dia de 24 horas, durante el cual, se ve continuamente el Sol; y en el invierno noche de

24 horas. Esta diferencia de doce horas se divide en 24 partes, ó en 24 medias horas, á las cuales se ha dado el nombre de clima, palabra que se ha tomado de otra griega, que significa inclinacion del Cielo; porque en efecto es la inclinacion del eje de la tierra atribuida en el modo comun de hablar á la inclinacion del Sol, la que causa esta variacion succsiva del aspecto directo del Sol, de que proviene la mayor ó menor duracion de los dias.

Pero con respecto á la Zona fria bajo el polo hay alternativamente seis meses de dia contínuo en verano, y seis meses de noche en invierno, yendo este exceso del dia y de la noche siempre en diminucion hasta el círculo polar, donde concluye la Zona templada, se sigue que la diferencia del mayor dia entre el círculo polar, y el polo es de seis meses, y se ha dividido esta diferencia en 6 partes ó climas de un mes. Asi es que desde el $66\frac{1}{2}$ grados de latitud, en que está el círculo polar hasta el polo, hay seis climas, habiendo desde este mismo círculo hasta el ecuador 24. Estos espresan la diferencia entre el dia mas largo y el mas corto del año, y los otros espresan la diferencia de un mes.

Esta diferencia de largo en los dias y las noches de cada clima no está en razon aritmética de la distancia, que se encuentra entre un paralelo y otro. Esta dicha diferencia se deduce de un cálculo de triángulos esféricos, que forman los rayos de la luz del sol, con el árco del círculo del globo que está frente de este ástro, porque este árco, que es la base de un triángulo, es una

línea curva, tanto mas curva, cuanto el círculo, de que es parte, es mas pequeño. Luego mientras mas nos acercamos al polo, son los círculos paralelos mas pequeños, y mientras mas nos acercamos al ecuador son mas grandes. Por esto en la Zona Torrida la diferencia del largo en los dias es muy pequeña entre dos círculos paralelos, muy apartados uno de otro, y en la Zona fria una pequeña distancia entre dos paralelos produce una grande diferencia en el largo de los dias, y lo mismo en proporcion en las Zonas templadas, á medida que se va del ecuador á los polos.

22. EL HORIZONTE.

NACIMIENTO Y OCASO DE LOS ASTROS.

Todo el espacio del Cielo que vemos, desde la superficie de la tierra, en que estamos, y mas allá del cual nada podemos ver se llama horizonte, que nada es en sí, pues que es solo una simple apariencia relativa al lugar y altura, á que estamos colocados, y semejante á un gran círculo, que dividiera el universo en dos partes, la una superior, la otra inferior.

Se llama tambien horizonte la parte de la superficie del globo terrestre, que vemos, y que es tanto mas grande cuanto la vemos de mas alto. Esta palabra horizonte se deriva de la griega *oros* que significa límite, término.

Si la tierra fuera plana, se veria la superficie indefinidamente hasta donde la vista pu-

diera alcanzar; pero, como es esférica no se puede ver de una vez sino una porcion del arco, mas allá del cual nada vemos, porque lo estorba la misma figura del arco; esto se conoce de un modo mas sensible en plena mar sobre un navío. No se puede percibir otro navío desde él, sino cuando esté á siete ú ocho leguas de distancia; mas cuando está mas allá no se descubre. Este navío parece que sube á medida que se acerca á los que le observan, y parece que baja cuando se desvia. En el primer caso lo primero, que se empieza á ver es el mástil; en el segundo caso el cuerpo del navío desparece lo primero, y bien pronto no se descubre mas que el alto del mástil, que al fin tambien desparece.

Se dice que el Sol, la Luna, los Planetas y las estrellas estan en el horizonte, cuando las empezamos á ver, á medida que nuestro globo gira, y nos pone en disposicion de descubrirlos. Estos ástros cesan de estar en el horizonte, cuando por el efecto de esta misma rotacion de la tierra cesamos de estar en la dicha disposicion y aspecto. Este fenómeno diario de la aparicion y desaparicion periódica de los ástros se expresa con estas voces *nacer*, *ponerse los Astros*; expresion fundada en el principio sobre la ilusion de nuestros sentidos, que nos conducen á creer que son en efecto los Astros los que se elevan sobre el horizonte, ó bajan desde él, y que por consiguiente circulan al rededor de nosotros; y esta expresion se ha conservado, aunque estamos desengañados de esta falsa apariencia, porque es

cómoda para pintar estos fenómenos, de que se ofrece tantas veces hablar. Afortunadamente el error está solo en las palabras, supuesto que estamos asegurados de los movimientos verdaderos de los cuerpos celestes, pero seria de desear que nos pudieramos acostumbrar en el lenguage á no espresar sino la verdad en lugar de apariencias engañosas.

Si la tierra hiciera su revolucion al rededor del Sol en un plano perpendicular á su exe de rotacion, se concibe que el horizonte celeste, seria siempre el mismo para cada lugar de la tierra, puesto que las mismas partes del Cielo estarian durante todo el año visibles á los mismos lugares de la Tierra, que las descubrieran, y solamente se verian uno tras otro todos los puntos del círculo de este horizonte en el curso de una rotacion diurna; pero esta revolucion annual del globo terrestre al rededor del Sol, se hace en un plano inclinado al exe de su rotacion de $23\frac{1}{2}$ grados. De aquí nace, como es fácil de entender, que á cada grado que abanza la tierra en su órbita, cada lugar de su superficie comienza á ver una parte del Cielo, que no veia antes, y cesa de ver otra, que antes veia. Esto es lo que hace que nos parezca el Sol naciendo cada dia en un punto del Cielo diferente de aquel, en que nos pareció nacer el dia antes, es decir unas veces mas cerca del Norte, otras mas cerca del medio dia, y que en el punto del medio dia, nos parezca unas veces mas alto hácia el polo, otras veces mas bajo, ó hácia el ecuador. Por esta misma razon cada dia

vemos, durante la noche, estrellas nuevas, que no habiamos visto el anterior, hácia el lado, en que vemos nacer ó ponerse el Sol, y dejamos de ver otras, que habiamos visto la anterior noche. Y como el instante de estas apariciones y desapariciones periódicas y diarias es siempre aquel, que precede al nacimiento ó que sigue al ocaso del Sol, se les ha llamado *nacimiento heliaco, ú ocaso heliaco*, de una estrella para designar las épocas del año, en que las estrellas, que vemos al lado, en que vemos al Sol, se presentan, ó dejan de presentarse en el horizonte. Esta palabra *heliaco* se deriva de la griega *Helios*, que significa el Sol: la observacion exacta y diaria de estos nacimientos, y ocasos *heliacos* de las estrellas ha sido probablemente el primer medio, de que se han valido para determinar la vuelta periódica de las estaciones, y era su uso absolutamente necesario, antes que se conociese exactamente el movimiento de los globos celestes.

Debajo de la parte del Cielo, que corresponde á la órbita de la Tierra, y que es paralela á dicha órbita, hay tambien estrellas, puesto que todo el espacio celeste está lleno de ellas; pero no llegan jamas al horizonte, sino respecto al hemisferio, que está en un continuo aspecto con ellas. Asi es que (por egemplo) el otro hemisferio del globo terrestre nunca ve nuestra estrella polar, y nosotros nunca vemos la suya; y lo mismo sucede con aquellas estrellas, que respecto á nuestro hemisferio, están mas allá de los $23\frac{1}{2}$ grados de latitud meridional, ó que res-

pecto el otro hemisferio estan á mas de $23\frac{1}{2}$ de latitud Norte.

23. CREPÚSCULO.

El crepúsculo es la claridad que aparece antes de nacer el Sol, ó que permanece algun tiempo despues de su Ocaso. La primera se llama tambien la aurora. El crepúsculo dura mientras que el Sol no está á mas de 18 grados debajo del Horizonte. Mientras el arco de círculo, que el Sol nos parece correr es mas oblicuo respecto al horizonte, es mas largo el crepúsculo. De esto se sigue que mientras mas se camina hácia los polos, duran mas los crepúsculos. En las Zonas frias duran hasta dos meses en ciertos tiempos del año.

24. ZENITH Y NADIR.

Se llama Zenith el punto del Cielo, que está perpendicular sobre nuestra cabeza, y desde el cual una línea recta, que se tirára, pasando por nosotros, y se prolongará, iria á parar al centro de la tierra.

Se llama *Nadir* el punto de Cielo, que está opuesto á *Zenith* debajo de nosotros, y adonde iria á parar la línea recta, de que acabamos de hablar, si se prolongára, despues de haber atravesado el globo de la Tierra por el centro.

Se ve por lo dicho que dos lugares diversos de la tierra, no pueden tener el mismo Ze-

nith y el mismo Nadir, que estos dos puntos varian continuamente para cada lugar, á escepcion de los dos polos, tanto por el efecto de la rotacion de la tierra, como por el de su vuelta annual al rededor del Sol: y que el punto, que es Zenith para un lugar cualquiera, es Nadir para el lugar diametralmente opuesto bajo el otro hemisferio, en cualquier sentido, que se tome dicho hemisferio.

25. ANTIPODAS.

Teniendo todos los cuerpos, que estan en la superficie de la tierra una tendencia contínua hácia el centro de ella, y siendo esta un globo, se concibe que cada cuerpo tiene su direccion al centro de la tierra en cualquier lugar del globo, que esté situado; y como para los hombres estar de pie derecho es tener los pies posados sobre la tierra, y el cuerpo colocado en la disposicion, que se llama á plomo, aquellos que habitan las Regiones situadas á la otra extremidad del diámetro del globo, tienen tambien sus pies sobre la tierra, y están de pie derecho como nosotros, y por la misma razon que nosotros, pues que tienen como nosotros su direccion ó su aplomo hácia el centro del globo. Los habitantes de las dos estremidades de cada diámetro de la tierra se llaman *Antípodas*; palabra formada de dos griegas, de las cuales una significa *opuesto*, y la otra *pies*. Esta idea, aunque choca con nuestras sensaciones habituales, es sin embargo una verdad natural para aquel, que reflexiona un poco.

Basta conocer que sobre toda la superficie de la tierra, que es redonda, los hombres, los otros animales, los montes, los edificios, los árboles, y todos los vegetales estan colocados del mismo modo con relacion al centro del globo, que es la única manera de estar de pie derecho, sin que pueda decirse que los unos están hácia abajo, y los otros hácia arriba. Errarian groseramente los habitantes del otro hemisferio, si, al oir por la primera vez que existiamos nosotros, y que la tierra era redonda, creyeran que teniamos la cabeza hácia abajo. Pues este ha sido nuestro error durante largo tiempo, y aun ha causado persecuciones contra los primeros, que dijeron que teniamos antípodas.

Los Antípodas son para cada lugar de la tierra los pueblos, que habitan á una distancia de 180 grados de longitud, y á la misma latitud que dicho lugar en el hemisferio opuesto.

26. MERIDIANO.

Se llama meridiano ó línea meridiana la línea que va de un polo á otro pasando por el ecuador. Llámase así esta línea, porque todos los puntos, que la componen pertenecen á un círculo, cuyo plano está frente del centro del Sol al medio-dia, de lo que se sigue que todos los lugares situados bajo el mismo meridiano tienen el mediodia en el mismo instante.

27. PARALELOS.

Los paralelos son aquellas líneas, que rodean

al globo en el mismo sentido, que el ecuador, y cuyos puntos todos están á igual distancia del mismo ecuador, por cuya razon forman estas líneas ángulo recto con un meridiano. Todos los lugares situados bajo el mismo paralelo tienen la misma duracion en sus dias y noches, y las mismas estaciones los unos que los otros; pero no tienen su medio-dia en el mismo instante, como es fácil de concebir.

28. LATITUDES.

La latitud es la distancia que hay en grados de círculo, desde el Zenith de un lugar cualquiera á el ecuador. Esta palabra se emplea en general para espresar la posicion de los Planetas en sus órbitas relativamente á cada grado de círculo en el Cielo, ó á cada lugar de la tierra, y para espresar las apariencias de situacion de las estrellas con relacion á nosotros. Asi es que se dice la latitud de la Luna &c. &c.

El punto por donde se empieza á contar la latitud, es siempre nuestro ecuador terrestre, ó la parte del Cielo, que le corresponde en el círculo del espacio, como si hubiese en el espacio un gran círculo ecuatorial, que dividiese el Cielo en dos hemisferios, el uno al lado de nuestro polo, y el otro al lado del polo opuesto; y como si el Universo entero fuese un globo cóncavo en el interior del cual estuviese la tierra.

En geografia la latitud propiamente dicha es la distancia del ecuador terrestre á los polos. Hay por consecuencia dos clases de latitudes: la latitud septentrional, que se cuenta desde el ecuador

á nuestro polo, que llamamos septéntrional, á la cual latitud se llama tambien latitud norte; y latitud meridional, ó latitud sud, que se cuenta desde el ecuador hasta el polo meridional.

La latitud se llama tambien elevacion de polo por la razon antes esplicada en el número 17. Se cuentan 90 grados de latitud Norte, y 90 grados de latitud Sud, contando siempre desde el ecuador hasta cada polo, puesto que la distancia desde cada polo al ecuador es la cuarta parte de círculo compuesto de 360 grados, ó por decirlo de otra manera, la mitad de una línea meridiana, que va de un polo al otro pasando por el ecuador y formando la mitad del círculo.

Todos estos grados de latitud, que son porciones de una línea meridional, tienen el mismo largo, á escepcion de una corta diferencia causada por el aplanamiento del globo terrestre en los polos. De esto resulta que los grados de latitud son un poco mayores, á medida que se alejan del ecuador. Un grado de meridiano medido en Laponia en el año de 1735 en el grado 76 de latitud tenia 378 toesas mas que el grado medido entre París y Amiens en el paralelo 50, y este grado tuvo 321 toesas mas que el medido bajo el ecuador en el Perú. Luego hay una diferencia de 699 toesas entre el grado del ecuador, que contiene 56739 toesas, y el grado en Laponia, que tiene 57438 toesas.

Esta diferencia, que ha sido conocida exactamente por los Geómetras, corresponde perfectamente á la ley general de la gravitacion, á los resultados del movimiento de rotacion del

globo, á los fenómenos celestes, que dependen de la figura de la tierra, y á las esperiencias hechas sobre la pesantez, que es mas grande en los polos que en el ecuador.

Todo pues se reune para probar, que la superficie de la tierra en los polos, está mas cerca del centro del globo que las regiones situadas en el ecuador: por esto es que los cuerpos tienen en los polos mas pesantez, pues que la fuerza que produce su tendencia hácia el centro de la tierra, sea que se le llame atraccion, sea que se le llame gravedad, obrando sin cesar, se aumenta en razon de la proximidad al centro.

29. LONGITUDES.

La longitud es la distancia de un lugar á otro en la largura de un mismo círculo paralelo al ecuador. Hay pues 360 grados de longitud, puesto que las longitudes comprenden toda la circunferencia de un círculo. Mas se concibe fácilmente que los grados de longitud no son iguales, sino en un mismo círculo, y que los de otro círculo, que esté mas cerca ó mas lejos del ecuador, son ó mas grandes ó mas chicos, mediante á que, siendo el círculo del ecuador el mas grande del globo, y el círculo del polo, paralelo á él, el mas pequeño, pues que está reducido á un punto en la estremidad del eje, la diferencia entre estos dos círculos, ó estremos, va siempre disminuyendo desde el ecuador al polo. Mientras mas cerca del polo esten, mas pequeños son los grados de longitud. En

el ecuador tiene un grado de longitud poco mas ó menos 57.000 toesas. Uno medido en Francia á los $43\frac{1}{2}$ grados de latitud, ó de distancia del ecuador se encontró tener 41.618.

Se concibe tambien que el movimiento de rotacion del globo terrestre debe ser algo mas sensible en el ecuador, y que allí debe haber mas grande rapidez en las apariencias de los cursos del Sol y demas Astros, y en la marcha progresiva de la sombra de los Cuerpos, puesto que el curso de los Astros, que dura cada dia 24 horas, abraza en el ecuador toda la circunferencia del globo por su mayor diámetro, y que en el polo es empleado el mismo espacio de tiempo en correr un círculo bastante mas pequeño.

Esta diferencia de tamaño en los grados de longitud desde el ecuador hasta cada uno de los polos se marca en las cartas geográficas, y es mucho mas sensible en las cartas generales, que en las particulares de un pais ó de un pequeño parage, que contiene menos grados; pero no por eso debe faltarse á la exactitud en unos ni en otros, cuidando de que los grados de longitud vayan siempre estrechándose hácia los polos. Por esto es que las líneas meridianas figuradas sobre los mapas y sobre los globos para señalar las longitudes, tienen una curvatura llamada proyeccion, las unas de izquierda á derecha, las otras de derecha á izquierda, de manera que se van acercando siempre, á medida, que se alejan del ecuador; y esta proyeccion sirve tambien para espresar la curvatura de la superficie del globo.

Mucho tiempo se usó contar los grados de longitud desde 1 hasta 360 hácia Oriente, empezando desde la meridiana de la Isla del Hierro, una de las Canarias, que los antiguos creyeron ser la parte mas occidental de la tierra. Mas en nuestros dias se ha convenido en que el punto de donde se empieza á contar la longitud sea el meridiano del observatorio de París, y en que partiendo de este punto, tanto hácia Oriente como á Occidente, se cuenten 180 grados de longitud Oriental, y 180 grados de longitud Occidental, lo que en efecto es mas cómodo y mas espresivo para designar la situacion de los lugares en cuanto á su longitud, que emplear la larga série de 360 grados. *

30. COMO SE MARCAN SOBRE LOS MAPAS LOS GRADOS DE LATITUD Y LONGITUD, Y COMO SE HACE USO DE ESTOS GRADOS.

Se figuran sobre las cartas geográficas y sobre los globos los grados de longitud por líneas tiradas de un polo á otro, y que atraviesan al ecuador, y los números para contar estos grados, se fijan sobre la línea del ecuador, sea de izquierda á derecha, dando la vuelta entera el círculo del ecuador por la série entera de 360 grados, sea, siguiendo el nuevo uso, mitad de izquierda á derecha para la longitud oriental, y mitad de derecha á izquierda para la longitud

* *Véase la nota* 1ª

occidental. Estas líneas de longitud se llaman tambien meridianos por la razon dada antes en el número 26.

Los grados de latitud al contrario, se figuran sobre los mapas y globos por líneas paralelas al ecuador, y los números para contarlos se ponen en una línea meridiana. Las latitudes septéntrionales son designadas por nùmeros desde 1 hasta 90, empezando desde el ecuador, y acabando en el polo Norte: y las latitudes meridionales, que son las de el otro hemisferio, se designan por números, tambien desde 1 hasta 90, empezando en el ecuador, y acabando en el Polo austral.

De que en todos los lugares situados en una misma longitud es medio-dia al mismo tiempo, y de que por consecuencia el instante de medio-dia es diferente en diferentes longitudes, se sigue que el conocimiento del instante, en que es mediodia en dos lugares de longitud diferente, dá el conocimiento de la diferencia de ellos en longitud. Esto es lo que ha dado lugar á la invencion nueva de relojes marinos, propuesta con una recompensa considerable por el Gobierno Ingles, y egecutada al mismo tiempo en Inglaterra y en Francia, para conocer en el mar las longitudes todas las veces que sea preciso; lo que no podia ser por las observaciones astronómicas, sea de la Luna, sea de los satélites de Júpiter, sea de las estrellas, las que no, pudiendo hacerse sino en un tiempo sereno, y estando sujetas á error, y mucho mas siendo hechas sobre un navío, era un medio insuficiente. Estos relojes, hechos con

la mayor exactitud posible, estan dispuestos de manera, que no obstante la agitacion del buque, conservan su aplomo, y no varian; de suerte que se sabe siempre la hora, que es en el sitio de donde se partió: y, comparando el mediodia de este lugar con el mediodia del lugar, en que se esté actualmente, de lo que se puede casi siempre estar seguros con facilidad, se sabe cuanto se ha abanzado hácia el Occidente.

Siendo el periodo de un mediodia al del dia siguiente de 24 horas medias, * cada grado de longitud dá 4 minutos de diferencia para el instante de medio-dia, ya de mas abanzando hácia Oriente, ya de menos abanzando hácia Occidente. Esto es: sucede el medio-dia 4 minutos antes que el dia anterior, si se va hácia Oriente, y 4 minutos despues, si se va hácia Occidente. Asi es que se puede reducir á tiempo un número conocido de grados de longitud, y reducir á grados de longitud una diferencia conocida de tiempo Un egemplo de cada una de estas dos reducciones bastará para entender como se hacen, y para que cada uno las haga, cuando las necesite.

Si se quiere reducir á tiempo un número conocido de grados de longitud, como por egemplo 30 grados, 40 minutos, 38 segundos, es necesario cuadruplicar este número, esto es, convertir en 4 minutos cada grado, y resultan 122 minutos, 42 segundos, 32 terceros, ó 2 horas, 2 minutos, 42 segundos, 32 terceros. Por lo que en

---

* *Véase la nota 2ª*

un lugar situado en la longitud oriental dicha, será la dicha hora cuando es medio-dia en París; y en un lugar situado en la espresada longitud, pero occidental, faltarán 2 horas, 2 minutos, 42 segundos, y 32 terceros para ser medio-dia cuando es medio-dia en París; esto es, serán en dicho lugar las 9, 57 minutos, 17 segundos, y 28 terceros de la mañana.

Por la misma razon si se quiere saber á que longitud está un lugar, en donde estamos ciertos por el relox marino de que son las 2, 2 minutos, 42 segundos, y 32 terceros de la tarde en el momento que es medio-dia en Paris, es necesario tomar la cuarta parte de esta cantidad de tiempo conocida en minutos. Tendrémos 30 minutos, 40 segundos, 38 terceros, lo que hace 30 grados, 40 minutos, 38 segundos de longitud oriental, es claro que en esta cuarta parte, que se ha tomado de la cuantidad de tiempo, los minutos de tiempo significan grados de longitud, puesto que cada grado de longitud tiene una diferencia de 4 minutos de mas, ó de menos, respecto al instante de medio-dia. Por eso se deduce que este lugar dicho está á 30 grados, 40 minutos, 38 segundos de longitud hácia el Oriente, y lo mismo es; pero á la inversa, respecto de la longitud occidental.

31. MEDIDAS ITENERARIAS.

Se ha tomado por regla para la medida de distancias de un lugar á otro una línea meridiana, que desde un Polo al ecuador tiene 90 grados. La observacion de las latitudes celestes para dos lugares

situados á una distancia notable el uno del otro sobre un mismo meridiano, y la medida itineraria de esta distancia, han hecho conocer que á la latitud de París, que es á poco mas, ó menos la media entre el ecuador y el Polo, un grado de la línea meridiana tiene 57.060 toesas de largo: la toesa tiene 6 pies: el pie 12 pulgadas: la pulgada 12 líneas: la línea 12 puntos De aqui se partió para espresar la medida itineraria de las distancias, ya en leguas, ya en millas; pero esta espresion no tiene la misma significacion en todos los paises de Europa.

En Francia, en España, en Suiza, en Dinamarca se cuenta por leguas. En Inglaterra, en Holanda, en Alemania, en Polonia, en Ungria, y en Italia se cuenta por millas. Estas dos voces legua, y milla, significan distancias diferentes en cada uno de estos paises.

La legua comun de Francia, de las que entran 25 en un grado de latitud media, contiene 2,282 toesas 2 pies, 4 pulgadas y — líneas, ó la vigésima quinta parte de las 57.060 toesas, que contiene el grado. Pero hay tambien en Francia la legua marina, de que se cuentan 20 en el grado, y tiene por consiguiente 2,843 toesas. Siguiendo esta cuenta, la circunferencia de la tierra es de 9,000 leguas comunes de Francia, y de 7.200 leguas marinas.

La legua de España es de 3,428 pasos geométricos, que tienen 5 pies, y viene á tener 2,856 de les toesas de Francia. Por tanto entran 20 leguas en cada grado.

La legua de Suiza, de Suecia y Dinamarca

es de 5,000 pasos geométricos, ó de 4,166 $\frac{2}{3}$ toesas francesas.

La milla de Inglaterra es de 1,250 pasos geométricos, y hace 1,041$\frac{2}{3}$ toesas francesas.

La milla de Escocia é Irlanda es de 1500 pasos geométricos, ó de 1250 toesas.

La milla de Olanda es de 3500 pasos, ó 2916$\frac{2}{3}$ toesas.

La milla de Alemania, de que entran 15 en un grado contiene 4,565 pasos, ó 3,804 toesas.

La milla de Polonia es de 3,000 pasos, ó 2500 toesas.

La de Ungria tiene 6000 pasos ó 5000 toesas.

La de Italia 1000 pasos ó 833$\frac{1}{3}$ toesas.

Sería de desear, para facilitar la inteligencia de los libros, que tratan de Astronomía, Geografia, Viages, y de Navegacion, que todos los pueblos civilizados tuviesen las mismas espresiones, y un método uniforme para designar las medidas de distancia, mediante á que, sin esto, la comunicacion de las ideas, de las observaciones, y de los conocimientos, á la cual son destinadas las obras de los sábios, y de los viageros, se hace con mas dificultad, y está quizá sujeta á equivocaciones. Estos motivos, y aun quizá otros, han hecho por mucho tiempo desear que hubiese en Europa un solo modo de espresar las medidas y los pesos, que son por otra parte objetos tan esenciales, tanto para el comercio y diarias necesidades, como para los adelantamientos de las artes, y progresos de las ciencias,

Dos obstáculos se han opuesto hasta ahora, aun en cada pais en particular, á el establecimiento de esta uniformidad tan útil. El uno la dificultad de encontrar una base invariable de medida y de peso, que no pueda jamas alterarse ni perderse, y á la cual todo pueda referirse. Es necesario para esto, que esta matríz universal sea tomada de la naturaleza, que siendo la sola invariable, es la sola propia para ofrecer puntos de comparacion. El otro obstáculo es el de la costumbre, que es siempre tan dificil de cambiar, y sobre la cual en todos los paises ha fundado cada uno sus cálculos, combinaciones, y modo de proceder. Se allega á esta dificultad, la que ofrece la codicia natural de los traficantes de toda especie, que hacen sus especulaciones para ganar, valiéndose de esta diversidad local de pesos y medidas: de modo que á la sombra de la semejanza de nombres, que espresan cosas diferentes, de las que ellos conocen las relaciones, les es fácil engañar al que las ignora.

Estos dos obstáculos van á ser quitados á lo menos para la Francia por medio de las leyes, segun las cuales habrá entre los franceses uniformidad de pesos y de medidas. Los sábios que han sido encargados en determinar la base sobre la naturaleza, y en fijar las denominaciones, se ocupan en esta averiguacion. Deben tomar una porcion de un gran arco del meridiano, para las medidas de estension en general, y para los pesos un cubo de agua destilada, cuya estension será una fraccion de aquel arco.

32. DISCO.

Se llama Disco la superficie aparente y circunscripta de los ástros, es decir, la imagen circular que presentan á nuestros ojos. El Disco se divide en doce digitos, que se cuentan en todo el largo del diámetro.

El Dísco del Sol y el de la Luna, que son los solos globos celestes, que presentan á la simple vista esta imagen circular, nos parecen ya mas grandes, ya mas chicos en ciertas épocas del año. Esta variacion es probablemente la que hizo presumir por primera vez, que estos dos Astros estan unas veces mas cerca, otras veces mas lejos de nosotros; porque la esperiencia diaria nos enseña, que mientras mas lejos estamos de un objeto, que miramos, nos parece su imagen mas chica, lo que no nos estorva para juzgar, y aun para ver que este objeto es mas grande que otro, que está mas cerca, aunque esté presente á la misma imagen de nuestros ojos, con tal que sepamos tambien que aquel primer objeto está mas lejos.

Las observaciones, y los cálculos de los Astrónomos han confirmado despues esta congetura sobre la variacion de distancia del Sol y de la Luna. El resultado geométrico de las apariencias del Disco, comparado con la verdadera distancia del Astro, se encuentra en una perfecta armonia con el resultado de los cálculos de la ley de la gravitacion universal, de que se hablará pronto, segun la cual, la Tierra en su órbita, se

aleja y se acerca alternativamente al Sol; la Luna se aleja y se acerca alternativamente á la Tierra.

Es necesario no confundir la diferencia de tamaño aparente del Dísco, de que aqui tratamos, con la que vemos cada dia observando el Sol ó la Luna al nacer ó al ponerse. Nos parecen estos Astros mas grandes, cuando estan en lo bajo del horizonte, que cuando los vemos en lo alto del Cielo. Esta última diferencia, que no es sino el efecto del juicio, que hacemos sobre la mas, ó menos grande distancia del Astro, no nace de que esté realmente mas ó menos lejos de la Tierra, sino de que cuando le vemos en lo bajo del horizonte, lo creemos mas lejos. El está en efecto un poco mas lejos de nosotros, puesto que hay de mas en su distancia el semidiámetro de la Tierra, y que hay de menos esta porcion en su distancia, cuando lo vemos en lo alto del Cielo; pero esta porcion es muy poco considerable para producir este efecto; al contrario es propia para disminuir un poco la imagen á nuestra vista. La grande diferencia proviene de que, cuando el Astro está en lo bajo del horizonte, imaginamos que está mas lejos, porque vemos entre él y nosotros un gran espacio de terreno, del que sabemos por mayor la estension, en lugar de que, cuando le vemos en lo alto del Cielo, nada vemos entre él y nosotros. Esta razon es la misma, que nos hace parecer el Cielo, como una grande bóveda muy larga en su base, y rebajada en el centro.

La diferencia de tamaño del Disco en lo bajo del horizonte aparece todos los dias; mas la

otra, de que se trata en Astronomía, no se nota, sino en las épocas del año, en que la Tierra está realmente mas ó menos cerca del Sol y de la Luna.

Los Planetas, y sus Satélites, que no tienen Disco aparente mirados con la simple vista, lo tienen cuando se miran con el Telescopio. Los mejores instrumentos Astronómicos no pueden hacer apercibir Disco en las estrellas, no se ven jamas sino como un punto luminoso, cuya estension es casi insensible á causa de su inmensa distancia. Este punto es tan pequeño que cuando pasa la Luna por delante de una estrella, aun de primera magnitud, la eclipsa en un instante.

33. ORBITA.

La Orbita es la revolucion, que hace un globo celeste al rededor de un centro. Cuando esta revolucion no es circular, sino es que á veces se acerca al globo, que es el centro de esta revolucion se le llama Elipse, que es una Orbita exéntrica. Tales son las Orbitas de la Tierra, de los Planetas, y sobre todo de los Cometas al rededor del Sol, y las de los Satélites al rededor de sus Planetas. Estas Elipses son mas ó menos prolongadas

La Tierra y los otros Planetas describen Orbitas al rededor del Sol, y los Satélites describen tambien las suyas al rededor de su Planeta, por la misma razon que una piedra arrojada por una direccion horizontal no corre por una línea recta, sino por una curva; porque apesar de

la fuerza, que le ha comunicado el movimiento de proyeccion en línea recta, está continuamente sometida á la fuerza impresa desde su creacion á todos los cuerpos, que produce sin cesar en ellos la tendencia hácia el centro de su atraccion, ó si se quiere decir de otra manera, de su gravitacion. Por esta razon sucede, que en cada punto del espacio, que la fuerza de proyeccion hace correr á esta piedra arrojada, tiene tambien la fuerza de gravitacion, que le obliga en todo momento á acercarse un poco al centro de la Tierra, y la hace caer gradualmente, de lo que resulta un movimiento compuesto, que le hace describir la curva. La diferencia, que hay entre esta piedra y los globos celestes girantes es, que estando la piedra muy cerca de la tierra, la fuerza de gravitacion, que es muy grande, hace concluir bien pronto esta línea curva, acercándola prontamente á la Tierra; en vez de que siendo la gravitacion, que esperimentan los globos celestes, á causa de su distancia del centro bien inferîor á su fuerza de impulsion recta, la curva se continúa siempre, y forma una línea cerrada, ó que vuelve á sí misma.

El Autor de la Naturaleza imprimió sin duda en el principio á cada globo, que destinó á dar vuelta al rededor de otro, un movimiento de impulsion, en virtud del cual, si este globo estuviese solo en el espacio, abanzaria perpetuamente en línea recta; mas ha impreso tambien á cada globo, como á toda la materia en general, una fuerza interna de gravitacion los unos hácia los otros, sea que esta propiedad universal de

la materia, sea una atraccion, ó sea una impulsion; el efecto es siempre el mismo, aunque no se conozca la causa. Esta fuerza se egerce en razon de la masa de cada cuerpo, de suerte que aquel, que tiene mas masa, es hácia el que todos los otros son atraidos como á el centro de su pesantez. Este centro para todos los globos de nuestro mundo Planetario es el Sol, teniendo él solo mil veces mas masa que todos los Planetas juntos con sus Satélites: de lo que nace que el Sol, en virtud de esta inmensa superioridad de masa, trae á sí todos los otros globos, y les obliga á hacer su revolucion; lo que no estorba que estos globos sufran y egerzan tambien los unos respecto de los otros esta propiedad general de atraccion, y que aquellos, que tienen Satélites los gobiernen en virtud de la misma ley, como el Sol gobierna á los Planetas.

Si no hubiese mas que un Planeta girando al rededor del Sol, se concibe que su órbita sería un círculo perfecto, suponiendo que su figura fuese esférica, y su masa estuviese distribuida igualmente en todo su conjunto y volúmen, puesto que el movimiento compuesto resultante de las dos fuerzas constantes de que acabamos de hablar: no seria contrariado por alguna otra causa; mas como hay muchos Planetas, y como que ellos gravitan tambien los unos hácia los otros, al mismo tiempo que ellos mismos gravitan principalmente hácia el Sol, que domina y rige á todos, se vé que en el curso de la Orbita de cada uno el movimiento compuesto resultante de las dos fuerzas, que les hacen des-

cribir una curva cerrada, debe ser á cada instante contrariado y alterado por la presencia mas ó menos lejana, y por la masa mas ó menos grande de los otros Planetas. Y que de esto deben resultar elipses en lugar de órbitas circulares, ó lo que es lo mismo variaciones periódicas en la velocidad del curso, y en la distancia del Sol, segun que por el efecto de todas estas atracciones ó gravitaciones recíprocas, pesen los Planetas mas ó menos sobre el Sol, centro comun de su tendencia general, el cual es quizá afectado tambien por la accion de estos globos, de que está rodeado. *

La fuerza de proyeccion, que es sin duda mas grande en los grandes globos que en los pequeños, y mas grande tambien en los globos mas lejanos, que en los mas cercanos al centro, es uniforme y obra igualmente en cada instante sin aumentarse ni disminuirse como no sea acelerada ó retardada por una causa esterior; mas no es lo mismo en la atraccion ó gravitacion, la que se acelera en cada instante á medida que el cuerpo, que gravita, se acerca á aquel, que le atrae, porque esta fuerza continuada y repetida en cada momento, debe crecer á proporcion de la cercanía, que va ya teniendo, y que va aumentándose siempre, á la causa, que la produce, que es el cuerpo hácia quien gravita. Esto ha dado motivo á que se descubra la ley general, y conforme á los fenómenos celestes, que dice obra

---

* *Véase la nota 3ª*

la atraccion en razon inversa del cuadrado de las distancias, de lo que resulta en efecto, que, mientras está un Planeta mas lejos de su centro de pesantez, es menos grande su fuerza de pesantez. Entonces marcha el Planeta con mas lentitud en su línea curva, y esta curva es entonces mas prolongada, porque la fuerza de proyeccion obra en este caso mas libremente, y el Planeta cae un poco menos sobre el centro de pesantez. Y al contrario mientras el Planeta está mas cerca de este centro, es mas curva la línea que corre, y por consiguiente la corre mas pronto, porque cae mas sobre su centro de pesantez. Y como la pesantez obra no solo en cada globo hácia el centro comun, sino tambien en cada globo respecto á cada uno de los otros, siguiendo la misma ley de las masas y las distancias, se ve que en el curso de sus órbitas respectivas deben obedecer ya mas, ya menos á una ó otra de estas dos fuerzas, que le fueron comunicadas en el principio por el Criador: y de esto provienen sus variaciones periódicas en la forma de sus órbitas, en sus velocidades y en sus distancias succesivas del Sol. *

El célebre astrónomo Kepler encontró que los tiempos de todas las revoluciones de los Planetas son como las raices cuadradas de los cubos de su distancia del Sol, y la observacion se ha hallado siempre conforme con este principio, que ha sido adoptado como una ley general de la Naturaleza.

---

* *Véase la nota 4ª*

Newton, Astronómo Ingles, el mas grande Geómetra, que ha existido, ha calculado todas estas variaciones periódicas de los Planetas y sus Satélites, y ha encontrado su causa en la ley general de la pesantez ó atraccion, á la cual está sometida toda la materia, y que se egerce de globo á globo en razon directa de su masa, y en razon inversa del cuadrado de sus distancias. La observacion de todos los fenómenos celestes ha confirmado y confirma mas y mas cada dia, la teoría, que Newton ha fundado sobre la misma ley, y ha demostrado por sns cálculos.

34. AREAS.

En Astronomia se llama Area la superficie plana del triángulo, que forma una porcion cualquiera de la órbita, y dos líneas rectas, que se imaginan tiradas desde cada estremidad del arco de dicha porcion de órbita hasta el centro del globo, al rededor del cual está la órbita.

Cuando el Planeta está mas cerca del Astro, al rededor del cual hace su revolucion, este triángulo es menos largo, mediante á que su base está mas cerca del punto, en que se juntan dichas dos líneas en el centro; pero es tambien mas ancho, porque entonces el Planeta va mas ligero, y por consiguiente la porcion de arco de círculo, que hace la base de este triángulo, es mas grande.

Cuando por el contrario el Planeta está mas lejos, el triángulo es mas largo, pero tambien es menos ancho, porque entonces el Planeta va

mas lentamente por la razon esplicada en el número anterior.

Kepler, de quien ya hemos hablado, encontró por la observacion exacta y por el cálculo del movimiento de los Planetas, que ellos corren en sus órbitas espacios, cuyas areas son proporcionales á los tiempos, que gastan en correrlos, desuerte que las áreas son siempre iguales en tiempos iguales, porque la velocidad del Planeta aumenta segun su aproximacion, y disminuye segun su desvio del Astro, al rededor del cual gira, y lo mismo sucede en los Satélites de cada Planeta.

Esta observacion, y el principio general que Kepler ha deducido de ella, es una de las cosas, que con el descubrimiento hecho por Galileo de las leyes del movimiento acelerado en la caida de los cuerpos, ha contribuido en la mayor parte al descubrimiento posterior de la ley de la gravitacion universal, con la cual convienen y se esplican todos los fenómenos.

Esta ley de Kepler padece en la apariencia una escepcion respecto al movimiento de la Luna, en la que sucede en ciertos tiempos que las áreas no son iguales en tiempos iguales; pero esta escepcion misma es una confirmacion de la regla, porque esta desigualdad, que es tambien periódica, resulta de la doble influencia, que sufre la Luna ya de la Tierra, ya del Sol, y de las variaciones, que este Satélite padece en la inclinacion del plan de su órbita; por causa de la figura del globo terrestre aplanado hácia los polos, y estendido hácia el ecuador, y por cau-

sa de la forma prolongada hácia los Polos del globo de la Luna. Esta propiedad de la atraccion ó gravitacion, de que toda la materia está dotada, pertenece á cada parte de la materia, y se egerce diversamente en un mismo globo, segun que su masa está diferentemente distribuida en su superficie y en su interior.

35. APOGEO Y PERIGEO.

Se llama Apogeo el punto de la órbita de un Planeta, en el cual se encuentra este á su mayor distancia de la Tierra, y Perigeo el punto de la órbita, en que el Planeta está lo mas cercano que puede estar á nosotros. Estas dos palabras se deriban de la griega *ghe*, que significa la Tierra, y de las preposiciones griegas *Apo* que significa lejos, y *peri* que significa cerca, al rededor &c.

36. APHELIO PERIHELIO.

Lo mismo decimos de estas dos palabras Aphelio, Perihelio, que significan mayor ó menor distancia de un Planeta respecto al Sol, cuyo nombre en griego es *Helios*.

37. ANOMALIA ABSIDES.

Esta palabra Anomalia, que significa irregularidad se aplica en Astronomia á las órbitas de los globos celestes, que no son regularmente circulares, ni de una igual velocidad siempre, sino

es que el globo en su carrera, ya mas cerca, ya mas lejos del centro de su revolucion, va ya mas veloz, ya mas tardo. La Anomalía es la diferencia entre el Aphelio y el Perihelio de un Planeta, ó de un Cometa, ó entre un Apogeo y Perigeo. Se dice revolucion anomalística para espresar la vuelta de un globo á los mismos Absides, que son los dos puntos, en que un Astro se encuentra lo mas lejos, y lo mas cerca de otro Astro, al rededor del cual hace una revolucion. Se dice la Anomalía de la Luna hablando del complemento de su órbita, partiendo desde el punto en que se encuentra lo mas cercano á la tierra, y en donde comienza á apartarse hasta el punto, en que, despues de haberse hallado en su mas grande distancia, y haberse sucesivamente acercado, se vuelve á encontrar en su mas grande cercania. Se divide la Anomalia de la Luna en 1,000 partes, y se hace uso de ellas en los mapas formados para calcular la vuelta de las faces de la Luna.

38. PERIODO.

Esta palabra período formada de las dos griegas *odos*, que significa camino y *peri*, que significa al rededor, espresa en general la revolucion de un Astro al rededor de otro, y se aplica tambien en la Astronomía á un cierto número de revoluciones de dos ó mas Planetas, despues del cual estos Planetas se vuelven á encontrar exactamente, ó á poco mas ó menos, en la misma posicion en que estaban uno respec-

to á otro, cuando empezó la primera de estas revoluciones. Asi por egemplo el periodo Lunar, que es de 19 años, está compuesto de 235 revoluciones Lunares, que corresponden á 228 meses Solares, los que hacen 19 años con una corta diferencia, que es de 6 horas, 4 minutos, 35 segundos, en que las 235 lunaciones esceden á los 19 años. Despues de estos 19 años las Lunas nuevas y llenas suceden en los mismos dias, en que sucedieron 19 años antes; pero durante el curso de los 19 años no suceden en los mismos dias.

Los antiguos han determinado tambien muchos períodos mas ó menos exactos, como los de 12, 60, 600, 3,600 años &c. Esto supone una prodigiosa antiguedad en la Astronomia sábia, que despues se perdió por mucho tiempo, porque ha sido menester para hallar estos grandes periodos, que los hombres, hayan al menos una vez, y probablemente muchas, seguido la observacion de los fenómenos celestes, durante toda la estension del periodo, y que estas observaciones hayan sido exactamente hechas, lo cual no sucede siempre la primera vez.

39. ECLIPSE.

Un eclipse no es otra cosa que un encuentro visual de los globos celestes, que en sus órbitas, ó en la de algunos de ellos, se encuentran situados con respecto á nosotros, de manera, que el uno nos impide ver al otro. Cuando nos intercepta la vista de todo un globo,

es eclipse total: cuando no nos quita mas que la vista de una parte del globo hácia los bordes del Disco, es un eclipse parcial: y cuando no nos estorba mas que ver el medio de un globo en el curso de este fenómeno, dejándonos ver los bordes del Disco todo al rededor, es un eclipse anular, porque entonces el astro eclipsado aparece para nosotros como un anillo luminoso.

Nada hay mas natural que un eclipse, y nada menos sorprendente para los que saben la causa. Los eclipses no pueden ser un objeto de asombro y terror sino para el vulgo ignorante, á quien los que conocen su causa y saben pronosticar y calcular sus efectos, los han presentado frecuentemente como un objetó de espanto por sus miras particulares.

La mas ligera reflexion basta para comprender que los eclipses de Luna son los mismos para todos los Paises de la Tierra, que son visibles al mismo tiempo en todos los lugares situados en una misma longitud, y sucesivamente en todos aquellos, que están en longitudes diferentes, puesto que estos eclipses son causados por la interposicion del globo terrestre entre la Luna y el Sol, cuya luz no puede llegar á la Luna para hacérnosla reflexar, y que los eclipses del Sol pueden tener lugar para ciertos paises de la Tierra, y no para otros, porque, siendo causados por la interposicion de la Luna entre la Tierra y el Sol, que es infinitamente mas grande que la Luna, no puede esta ocultarlo á toda la Tierra, ni eclipsarlo de la misma manera pa-

ra diferentes lugares del globo terrestre, que se hallan mas cerca dentro de la sombra de la Luna.

Cuando la Luna se halla lo mas cerca posible de la Tierra, ó por decirlo de otra manera, en su Perigeo, el eclipse de Sol es total para los lugares situados en la misma latitud que ella, porque estos lugares están enteramente dentro de la sombra que hace la Luna, que es mas larga entonces, porque la Luna está mas cerca de la Tierra. Pero cuando la Luna está en el Apogeo, el eclipse es parcial, porque, siendo entonces el disco aparente de la Luna mas pequeño, no puede ocultar la totalidad del disco del Sol, de quien ella se encuentra mas cerca.

40. ECLIPTICA.

Se ha dado el nombre de Eclíptica á la línea de la órbita de la Tierra, porque en el plano de esta órbita es donde suceden necesariamente todos los encuentros de los Planetas, que forman para nosotros un eclipse.

Las órbitas de todos los Planetas estan en un plano á poco mas ó menos paralelo á el de la ecliptica. El plano de estas órbitas no difiere del plano de la órbita de la Tierra, sino de 2 á 7 grados, y todas las revoluciones de los Planetas al rededor del Sol y de los Satélites al rededor de sus Planetas, se hacen en el mismo sentido, que la del globo terrestre, esto es de occidente á oriente.

Si la Tierra y los Planetas describiesen sus

órbitas en un mismo plano, es decir sobre líneas paralelas, es claro que sucedería para nosotros un eclipse todas las veces, que un Planeta se hallase entre la Tierra y el Sol; ó que la Tierra se hallase entre el Sol y la Luna. Mas como el plano de la órbita de cada Planeta difiere en algunos grados del plano de la órbita de la tierra, no sucede el eclipse sino cuando la Tierra y otro Planeta se hallan en conjuncion con el Sol en un punto de la órbita de uno, que esté al mismo tiempo en el plano de la órbita del otro, ó, de otra manera, en la misma latitud celeste.

41. NODOS Ó NUDOS.

Cuando los globos celestes se hallan en el punto de su órbita, que está al mismo tiempo en el plano de la órbita de los dos, el punto del reencuentro de los dos planos de estas órbitas, se llama nudo, porque los dos círculos imaginarios de estas órbitas se cruzan en este sitio en la figura en que se les representa. Sucede entonces que el plano de la órbita del uno de estos globos, en lugar de hallarse sobre el plano de la órbita del otro, se halla debajo, y recíprocamente. Asi es que, usando de una espresion figurada, se dice *nudo de la Luna* cuando en su órbita sube sobre el plano de la ecliptica, ó desciende bajo él. Se dice entonces que la Luna corta la ecliptica.

42. CONJUNCION. OPOSICION.

Se llama conjuncion el encuentro aparente de dos Astros en el mismo punto del Cielo con respecto á nosotros. Se llama oposicion la situacion de dos Astros, cuando están diametralmente opuestos el uno al otro con respecto á la Tierra, que se halla entre los dos. Cuando la conjuncion sucede en la misma latitud, desuerte que una línea recta, que se considerase tirada de un Astro al otro, pasara al mismo tiempo por el centro de los dos y por el de la Tierra, la conjuncion es total: en otro caso es solo parcial.

Cuando la Luna está en conjuncion con el Sol. no la vemos, porque, hallándose entonces al mismo lado, de donde nos viene la luz, no nos la puede reflejar, y no podemos ver su hemisferio iluminado : esto es lo que se llama Luna nueva. Cuando, por el contrario, está ella en oposicion con el Sol, la vemos llena, porque su hemisferio iluminado se encuentra entonces vuelto hácia la misma Tierra. En estas dos posiciones está en la misma longitud, que el Sol y la Tierra; y, si se halla en la misma latitud, sucede en el primer caso un eclipse de Sol, y en el segundo un eclipse de Luna.

43. INCLINACION DEL EJE, DECLINACION DEL SOL, ASCENSION RECTA DEL SOL.

Los Planetas no giran sobre sí mismos en una direccion perpendicular al plano de su órbita, si-

no en una direccion un poco inclinada sobre este plano. Esto es lo que se llama inclinacion del eje. Esta inclinacion se cuenta por grados de círculo. Para esto se mide el ángulo, que hace el plano de la órbita con el eje, esto es, con el diámetro del globo inmoble al rodar el dicho globo sobre sí mismo. La medida de este ángulo es la medida de la inclinacion.

Cuando sobre una línea horizontal se tira una perpendicular, se tienen dos ángulos cada uno de 90 grados, puesto que las estremidades de estas dos líneas, distan por cada lado la cuarta parte de un círculo, que se trazára al rededor del punto, en que dichas dos líneas se juntan. Cuando la línea superior no cae perpendicularmente sobre la otra, hay á un lado un ángulo agudo, y al otro uno obtuso. No se mide sino el ángulo agudo, porque á su lado es adonde la línea superior se inclina, y se cuenta cuantos grados de círculo ocupa el espacio, que se halla por este lado entre las estremidades de las dos líneas. La cuantidad de estos grados espresa el valor de la inclinacion.

El eje de la Tierra es esta línea superior, y el plano de su órbita es la línea horizontal. Este eje está inclinado unos $23\frac{1}{2}$ grados sobre el plano de su órbita, llamada ecliptica, por consiguiente el plano de la ecliptica está inclinado los mismos $23\frac{1}{2}$ grados sobre el ecuador, que forma ángulo recto con el eje; y mediante á que el ecuador y la ecliptica se consideran como dos círculos, se ve que está inclinacion del plano de la ecliptica sobre el plano del ecuador es de $23\frac{1}{2}$ gra-

dos por cada lado de dicho ecuador: porque el diámetro del círculo de la ecliptica corresponde por una de sus estremidades á los $23\frac{1}{2}$ grados de latitud del hemisferio septéntrional, y por la otra estremidad corresponde tambien á $23\frac{1}{2}$ grados en el hemisferio meridional.

Se infiere de lo dicho, que haciendo la Tierra todos los años su revolucion al rededor del Sol en esta situacion inclinada, que es la de su rotacion y siempre inclinada al mismo lado del Cielo hay un dia en el año, en que el ecuador se encuentra por uno de sus puntos en oposicion diametral con el Sol y á la misma latitud celeste que él. Entonces sucede el equinoccio de nuestra primavera, palabra que significa que para toda la tierra el dia es tan largo como la noche. Hay otro dia, en que el $23\frac{1}{2}$ grados de latitud septéntrional del globo terrestre es el que se encuentra en esta oposicion diametral con el Sol, y este punto del globo se llama el trópico de Cancer, como se dijo en el número 20. Este es el Solsticio de verano para nuestro hemisferio, y es al mismo tiempo el Solsticio de invierno para el hemisferio opuesto. Este punto es el mas septéntrional del círculo de la ecliptica, pues que el plano de la ecliptica no está inclinado sino hasta este punto sobre el círculo del ecuador. Se llama Solsticio, porque durante algunos dias, despues de él, parece que la Tierra permanece en la misma posicion respecto al Sol, y porque este Astro aparece por la mañana, y desparece por la tarde en los mismos puntos del Cielo, donde poco mas ó menos se le habia visto el dia an-

tes, no siendo sino algunos dias despues, cuando se le ve volver sucesivamente á los mismos puntos, en que habia estado antes del Solsticio, lo cual le da una apariencia retrogada, de lo cual ha venido la expresion Trópico. Hay otro dia, en que vuelve un punto del círculo del ecuador terrestre á hallarse en oposicion diametral con el Sol. Entonces es el equinoccio de Otoño para nuestro hemisferio, y de primavera para él opuesto. Hay en fin otro dia, en que el $23\frac{1}{2}$ grados de latitud meridional de la ecliptica se halla en oposicion con el Sol: este punto es el mas meridional de la eclíptica, y se llama Trópico de Capricornio. Entonces es para nosotros solsticio de invierno, y de verano para el otro hemisferio.

Fácil es de comprender que él globo terrestre, para llegar, durante el curso de su órbita, desde una á otra de estas cuatro situaciones, con respecto al Sol pasa sucesivamente por todos los puntos intermedios, de los que cada uno se aparta del círculo del Trópico, y se acerca al ecuador: que llegado á este punto, se aparta de nuevo del plano del ecuador, para ir por grados hasta otro Trópico, desde el cual vuelve por grados á un punto del plano del ecuador, y alli es donde finaliza una revolucion annual la Tierra, habiendo corrido todos los grados desde la eclíptica, y hallándose con respecto al Sol en la misma posicion en que estaba al comenzar su órbita.

Esta diferencia de posicion del globo terrestre frente á frente del Sol á cada grado de su revolucion, ó de otra manera á cada grado del

círculo de la eclíptica, produce lo que se llama la inclinacion del Sol, y la ascension recta del Sol, espresiones inventadas en los tiempos, en que se creia que era efectivamente el Sol el que corria este camino, declinando ya á un lado, ya á otro; que él era quien daba la vuelta anual, y que subia realmente ya hácia nuestro polo, ya hácia el opuesto. Se han conservado estas mismas espresiones á causa de su comodidad usual, aunque son engañosas, y no significan mas que apariencias.

Se dice la declinacion boreal, la declinacion austral del Sol, cuando se quiere espresar la latitud del Sol con respecto al ecuador. Esta declinacion se arregla sobre los grados de la eclíptica. Se dice ascension recta del Sol, para espresar la correspondencia de un grado de la eclíptica con un grado del círculo del ecuador; y se arregla sobre los 360 grados del círculo del ecuador; esto es, sobre la longitud.

La declinacion boreal del Sol comienza en el equinoccio de nuestra primavera. Entonces la marcha inclinada del globo terrestre hace que el polo boreal se encuentre inclinado cada dia un grado mas á la eclíptica hácia el Sol. El efecto de esta inclinacion va diariamente aumentando hasta que sea el círculo del Trópico de Cáncer, el que se encuentre frente del Sol. Este efecto disminuye despues cada dia hasta que sea el círculo del ecuador, el que se encuentre frente por frente del Sol. Entonces empieza la declinacion austral, porque entonces es el polo austral el que por turno, se ha de hallar en esta si-

tuacion, inclinada frente á frente de dicho Astro.

Para formar una idea sensible del efecto con respecto á la diversidad de las estaciones, y á la duracion del dia y de la noche, de esta situacion inclinada del globo de la Tierra en su rotacion diurna, y su ruta annual por la ecliptica, es necesario tener en la mano un globo terrestre sostenido sobre un pie, y rodeado de un círculo horizontal, donde esten figurados los signos del Zodiáco, inclinar el eje hasta los $23\frac{1}{2}$ grados de latitud, y en seguida dar una vuelta en un cuarto obscuro al rededor de una luz colocada en medio de él, teniendo el globo siempre inclinado por el mismo lado, de manera que el mismo polo esté siempre dirigido al mismo punto del cuarto, y haciendo al mismo tiempo dar al globo vueltas sobre su eje.

44. PARALELISMO DEL EJE.

La inclinacion del eje de la tierra es constantemente la misma, durante todo el curso por su órbita al rededor del Sol, y el globo presenta siempre el mismo polo al mismo punto del Cielo en cualquier parte del espacio, que el se halle durante esta revolucion annual. A esto es á lo que llaman paralelísmo del eje de la Tierra, porque este eje está siempre paralelo á sí mismo, como lo sería á una línea, que se supusiera en el Cielo, y que estuviera siempre fija, é inclinada como dicho eje.

Pero esta inclinacion del eje de la Tierra sufre una corta variacion llamada la mutacion del

eje, que ha sido observada por los Astrónomos, y de la que los Geómetras por sus cálculos, han hallado la causa en la accion recíproca de la Tierra y de la Luna, y en la configuracion de estos dos globos, de que se ha hablado en el Nº 34. Esta variacion se obra lentísimamente, y se hace alternativamente ya mas, ya menos. Despues de una larga série de siglos, la inclinacion vuelve al mismo punto.

45. ZODIACO.

Se ha dado el nombre de Zodiaco á todos los puntos del Cielo, que corresponden al plano de la órbita de la Tierra en una anchura de cerca de 17 grados, lo que hace como una faja de espacio circular, en la que la ecliptica ocupa el círculo del medio, dejando 8½ grados por cada lado. Esta faja de espacio comprende todos los puntos del Cielo, en que están las órbitas de todos los Planetas al rededor del Sol, pues que, como se ha observado en el Nº 40, el plano de la órbita de estos, mas apartado del plano de la órbita de la Tierra, no difiere de ella sino sobre 7 grados. De esto se sigue que la órbita de cada Planeta está ya sobre, ya bajo el círculo de nuestra eclíptica, pero sin salir de 16 grados de espacio de latitud celeste, que ocupan todos los planos de estas órbitas.

Esta palabra zodiáco viene de la griega *zoos*, que significa *animal*, *vida*, porque los antiguos, como se dijo en el Nº 8, pusieron nombres de animales á muchas constelaciones, de las que al-

gunas están en parte situadas en el espacio del Zodiáco, y despues se han dado los nombres de algunas de estas constelaciones á los signos del Zodiáco, esto es, á las divisiones, que se han hecho del espacio circular del Zodíaco, de 360 grados, para designar las estaciones del año.

Se ignora cual fué el pueblo antiguo, que estableció el órden de los signos del Zodiáco, ó mas bien de las constelaciones aplicadas á estos signos. Hay en él 12, de las que 6 están en el espacio del Zodiaco, que está sobre el ecuador en el globo celeste, donde está nuestra estrella polar, por lo que se llaman signos septéntrionales. Estos son *Aries*, *Tauro*, *Geminis*, *Cancer*, *Leo*, *Virgo*. Las otras 6 constelaciones, llamadas signos meridionales, porque están situadas en la parte del Cielo opuesta á nuestra estrella polar, y al otro lado del ecuador respecto á nosotros, son *Libra*, *Escorpion*, *Sagitario*, *Capricornio*, *Acuario*, *Píscis*.

No se deben confundir estas doce constelaciones con los doce signos iguales, que parten el espacio del Cielo, frente por frente del cual se halla la Tierra sucesivamente en su órbita anual. Estos deben llamarse propiamente los signos de la eclíptica, y son cada uno de un poco menos de 30 grados, correspondiendo á cada uno de los meses del año; mas las constelaciones del Zodiaco, no son sino aplicaciones arbitrarias de los nombres de las antiguas constelaciones, que no están colocadas exactamente en esta órbita annual, y que ni son colocadas en espacios de á 30 grados del círculo de la eclíptica

ni contenidas en la faja del Zodiaco, pues muchas de ellas ocupan 30 y 40 grados de anchura.

En el principio los hombres, que se ocupaban en observar el movimiento de los Astros, determinaron marcar las épocas de la revolucion annual, en que se renuevan las estaciones.

Son 4 estas épocas, esto es, aquella, en que el Sol nos parece cesar de subir hácia el Norte, aquella, en que nos parece cesar de bajar hácia el medio-dia, y las dos, en que el dia y la noche son iguales. He aquí la primera division de la órbita annual. La division en 12 signos es una subdivision de la primera, una reparticion de cada cuarto del círculo en tres partes, de las que cada una corresponde á un mes del año.

Las constelaciones deben su origen á la observacion de las estrellas, y han sido naturalmente aplicadas á los fenómenos nocturnos, tales como las faces de la Luna segun se vé por las 27,028 constelaciones establecidas en la India y la China para marcar el lugar de la Luna, durante cada dia de su revolucion. La aplicacion posterior de 12 de estas constelaciones antiguas á los 12 signos de la eclíptica no ha podido ser ni justa, ni significativa, sea respecto al estado del Cielo, sea respecto á los trabajos campestres, porque las alusiones, como la de Cáncer y Capricornio á los dos solsticios y la de Libra al equinoccio de Otoño son defectuosas y equívocas; porque estos nombres tenian tambien relacion á otras cosas, y los fenómenos, que les han querido hacer significar no suceden, y no sucedieron quizá

jamas en las épocas marcadas por la colocacion de estas constelaciones en el pais, en que se cree fué imaginado el Zodiaco; y en fin porque los trabajos de la agricultura no tienen ni las mismas épocas, ni la misma duracion en los diferentes paises, que hacen uso de este Zodiaco.

Lo que hay solamente probable es que al aplicar á los signos del Zodiaco los nombres de estas 12 constelaciones, se ha querido hacer alusion en general á los trabajos de la agricultura, y á las temperaturas ó propiedades de las estaciones. Han tomado al Carnero, al Toro, y á los Gemelos para la primavera, porque es la estacion del nacimiento de los ganados; al Leon para espresar la fuerza del Sol del verano, á la Vírgen con su espiga para marcar el tiempo de la cosecha: al Escorpion para marcar las enfermedades del Otoño: al Sagitario para indicar la estacion de la caza: al Acuario para indicar el tiempo de las llúvias, y á los peces para indicar el de la pesca.

Por lo demas, la vuelta del globo Terrestre al punto frente por frente del mismo del Cielo, ó de otra manera frente por frente de la misma estrella de uno de los signos de la eclíptica ó del Zodiaco, despues de una revolucion annual, no es en efecto la misma cosa en cuanto á la duracion, que su vuelta al punto frente por frente del Sol, el que forma verdaderamente el período de las estaciones.

46. PARALAJE.

Resta en fin decir la significacion de la voz pa-

ralaje, que es de un uso frecuente en Astronomía

La paralaje es el arco del Cielo, que se halla entre el verdadero lugar de un astro, y su lugar aparente. El verdadero lugar de un Astro es el punto del Cielo, en que un espectador colocado en el centro de la Tierra veria este Astro. El lugar aparente es el punto del Cielo, en que este mismo Astro parece estar á los ojos de un espectador colocado sobre la circunferencia de la tierra. Un egemplo familiar hará esta esplicacion sensible.

Cuando dos espectadores colocados á cierta distancia el uno del otro, miran un mismo objeto, como por egemplo una Torre, cada uno de ellos la refiere á un punto diferente del horizonte: el uno ve á esta Torre alineda con un campanario, que termina el horizonte; el otro la ve alineada con un árbol. Esta diferencia de situacion, en que la Torre parece estar para cada uno de estos dos espectadores, se espresa con el nombre del paralaxe. Mientras mas cercanos uno de otro esten estos dos espectadores, mas cercanos aparecen el campanario y el árbol; mientras mas distantes esten de sí los dos espectadores, mas distantes parecen estar el campanario y el árbol entre sí. Por otra parte mientras mas cerca esten los espectadores de la Torre, mas distantes parecen estar el uno del otro el árbol y el campanario; y en fin mientras mas lejos esten los dos espectadores de la torre, mas cercanos aparecen entre sí el campanario y el árbol. De todo esto se infiere que, conociendo una de estas distancias, se puede calcular la otra.

Esto supuesto se concibe que dos rádios visuales, que partan del astro observado, de los què uno venga á terminar en el ojo del espectador, y el otro en el centro de la tierra, forman un triángulo, siempre que el espectador está colocado fuera de la estremidad del diámetro de la tierra, que esté en línea recta frente por frente del centro del astro. La base de este triangulo es la distancia, que hay entre el espectador y la estremidad de este diámetro de la tierra. El verdadero lugar del Astro es el punto del Cielo que corresponde en línea recta á esta estremidad del diámetro terrestre, y su lugar aparente está á la estremidad de la línea recta, que puede tirarse desde el lugar en que está el espectador hasta el centro del astro observado.

Cuando un Astro está en nuestro Zenith no tiene para nosotros paralaje, como es claro, porque el centro de la Tierra, el ojo del espectador y el centro del Astro estan en una misma línea, pero cuando este Astro está apartado de nuestro Zenith, y por consiguiente inclinado hácia el horizonte se concibe una línea, que pase por el centro del Astro, y por el de la Tierra; pero el espectador no está en esta línea, hay otra que viene del Astro hasta su ojo. La distancia entre estas dos líneas es quien forma la diferencia entre el verdadero lugar del Astro y su lugar aparente, y esta diferencia es á la que llaman paralaje.

Se concibe tambien que, si el Astro observado se halla á una distancia bastante grande del globo Terrestre, la distancia de las dos líneas, de que se trata, será como un punto infi-

nitamente pequeño por comparacion á la distancia del Astro, y no habrá paralaje sensible, pues que en este caso las dos líneas no forman un ángulo, y casi se confunden en una misma y sola línea, á causa de la estrema pequeñez de la base del triángulo, comparada con su enorme largura. Por esto es que las estrellas, y aun los Planetas muy lejanos como Saturno y Hertschel ó Urano, no tienen paralaje.

La paralaje del Sol no es mas que de $8\frac{1}{2}$ segundos. La de Luna es de cerca de 55 minutos de grado: por eso esta paralaje dá resultados mas ciertos.

Se conoce la paralaje por la medida de los ángulos, que forman las dos líneas, de que acabamos de hablar, con su base, que es el arco del círculo interceptado entre estas dos líneas sobre la superficie de la Tierra.

La mas grande paralaje de un Astro es la que resulta de su observacion en lo mas bajo del horizonte, pues que entonces la base del triángulo tiene todo el largo del semidiámetro de la Tierra.

Para tomar exactamente una paralaje es necesario que el Astro séa observado en el mismo instante por dos observadores en parages muy apartados uno de otro. Por esto para observar el paso de Venus sobre el Disco del Sol en el mes de Junio de 1769, los diferentes Gobiernos de Europa enviaron Astrónomos á América, á la India, á Africa, á Siberia, á la Mar del Sur, y á Kamtschaska. El resultado comparado de sus observaciones dió la paralaje del Sol.

El cálculo de la paralaje sirve para determinar el tamaño y distancia de los Planetas y Cometas, para calcular los eclipses, y para encontrar la longitud.

Hay otra clase de paralaje mucho tiempo ha buscada por los Astrónomos, y es la que tiene por base el semidiámetro de la órbita de la Tierra al rededor del Sol. Se buscaba de mucho tiempo acá la paralaje de las fijas, esto es de las estrellas para encontrar en ella una prueba de movimiento de translacion de la Tierra. Es claro en efecto que si la Tierra se mueve alrededor del Sol, es necesario que á los ojos de un espectador, que observa una estrella vecina al polo, durante todo el curso de una revolucion annual, parezca que esta estrella cámbia de situacion con respecto al Zenith del espectador, y con respecto al polo, de suerte que al cabo del año le parezca haber corrido la estrella una pequeña órbita, que será en pequeño la figura de la órbita de la Tierra. Esta observacion fué hecha en 1725 por Bradley, Astrónomo Ingles. El trazó por medio de un instrumento adoptado al fin, la pequeña elipse, que una estrella así observada parece describir; mas esta elipse no representó la figura exacta de la órbita de la Tierra. La estrella observada pareció siempre estar en un punto diferente de aquel, en que se deberia haber visto sucesivamente, si las variaciones de su lugar aparente hubieran sido efecto únicamente de la revolucion annual de la Tierra. Bradley tuvo la admirable sagacidad de combinar con exactitud el efecto de

este movimiento anual de la Tierra con el efecto del movimiento progresivo de la luz, que gasta efectivamente un tiempo considerable para llegar desde la estrella á nosotros, y el resultado de la sábia teoría, que dió, se ha hallado conforme á un tiempo con las leyes conocidas de este doble movimiento, de manera que la pequeña elipse, que la estrella parece describir, cuando es cierto por otra parte que ella no muda de lugar, es la verdadera representacion del movimiento de translacion de la Tierra al rededor del Sol, teniendo presente para considerarlo, los cámbios de apariencias, que debe producir el movimiento progresivo de la luz: esto es, teniendo presente el tiempo que la luz gasta en venir de la estrella á nosotros.

Se habian observado desde la mas remota antigüedad movimientos aparentes, que se llamaban la aberracion de las fijas, porque hasta Bradley no se conocia la causa, que no es otra, que esta retardacion en la llegada de la luz desde las fijas á nuestros ojos. Asi es que buscando en la paralaje de las fijas la prueba directa del movimiento de la Tierra al rededor del Sol, la encontró en las aberraciones de las fijas, donde no la buscaba.

La paralaje ordinaria de que se habló primero, se llama la paralaje diurna; la otra se llama la paralaje annua, ó la paralaje del gran orbe. La primera tiene por base el semidiámetro de la Tierra; la base de la otra es el semidiámetro de la órbita, pero esta no puede tampoco servir para hallar el paralaje de las Es-

trellas, porque aun el semidiámetro de la órbita de la Tierra, aunque infinitamente mas grande que el semidiámetro de este globo, es sin embargo pequeño en comparacion de la prodigiosa distancia de las Estrellas.

NOTAS

DEL TRADUCTOR

1ª *SOBRE LAS MEDIDAS Y PESOS GENERALES Y UNIFORMES.*

El autor es frances y escribia en Paris. No es estraño que quiera fijar el primer meridiano en la Capital de su Pais; mas no obstante el convenio, que espresa, no han dejado los Astrónomos y Geógrafos de fijar el primer meridiano ya en Madrid, si son Españoles, ya en San Petersburgo, si son Rusos. Otros lo fijan para evitar parcialidades en el pico de Teyde de la Isla de Tenerife, una de las Canarias, monte el mac alto del Orbe, y que parece lo puso la naturaleza como mojon, ó término, segun se espresa nuestro Español Aguirre en sus reflecciones sobre la Geografia.

2ª *SOBRE EL PUNTO MEDIO DEL MEDIO DIA.*

Para esplicar lo que se entiende por tiempo medio trasladarémos lo que dice el Autor en el Capítulo siguiente al que hemos traducido.= "Entre el medio-dia del Sol, que es el verdadero, y el medio dia señalado por un buen relox, que puede llamarse el medio-dia Aritmético, hay diferencias y concordancias, que suceden

periodicamente en el curso del año. Las mayores diferencias se esperimentan en los dias 11 de Febrero, y 26 de Julio, 14 de Mayo, y 1º de Noviembre. En estas cuatro épocas, cuando es medio-dia verdadero ó solar, el relox debe señalar; el 11 de Febrero $12.^{h}\ 14'\ 10''$: el 26 de Julio $12.^{h}\ 5'\ 58''$: el 14 de Mayo $11.^{h}\ 55',\ 58''$. y el 1º de Noviembre $11.^{h}\ 43'\ 52''$. La concordancia del medio dia solar con el del relox sucede cuatro veces al año que son el 14 de Abril, 15 de Junio, 30 de Agosto, y 23 de Diciembre. En los dias intermedios hay diferencias sucesivas, ya en mas, ya en menos entre el medio-dia Solar, y el medio dia aritmético, que es el medio dia llamado al tiempo medio.

3.ª SOBRE LA CURVA QUE CORREN LOS ASTROS.

El lector dará el valor que guste á las razones, con que esplica el Autor la revolucion de los Planetas por elipses, y verá como pueden componerse la uniformidad y constancia de dichas elipses, con la variedad y desigualdad de aspectos, que tienen en diversos tiempos unos Planetas con otros. No por esto digo que satisfagan las causas que los Newtonianos asignan para hacer correr á los Planetas elipses. Ni tampoco aseguro que sean elipses. ¿Y si son circulos, que aparecen elipses á causa de la excentricidad de la Tierra respecto al Sol y los Planetas? No digo que sea así, ni sobre esto tomo partido, hasta que concluya una obra, que

trabajo. Sé bien que es la comun la opinion de que corren elipses, pero aventuraré en su dia quizá algunas reflexiones, tengan el valor que tuvieren. Los sábios, á quienes venero, y á quienes me remitiré, las calificarán. Puede que tropieze en algunas dificultades; pero me libraré de las enormes, que sufren todos en explicar con las fuerzas centrípetas y centrífugas las revoluciones por elipses.

4ª SOBRE LO MISMO.

Otra explicacion para poner con las fuerzas de proyeccion y atraccion la carrera de los Planetas por elipses, y otra explicacion sino tan absurda, tan poco satisfactoria como la pasada. Si eran iguales estas dos fuerzas ¿quien acercó al Planeta mas al Sol en un punto que en otro? Si eran desiguales ¿quien hizo que en un punto venciera la menor á la mayor? Está visto que no puede explicarse como los Planetas corren elipses. Ni son mas felices otros Autores en esta explicacion. Si decimos que corren círculos no hay dificultad que vencer, pues siempre fueron iguales y siguen siéndolo ambas fuerzas. Pero aparecen elipses, dicen. Aparecen, es verdad: ¿pero porque aparezcan, lo son? Tambien los Planetas aparecen directos, estacionarios, y retrógrados, y siempre estan directos Si el centro del Planeta no es la Tierra, si se mueve la Tierra, el Planeta y aun el Sol, si aun el Sol no está exactamente en el centro del sistema ¿no han de influir en algo estas exentricidades y movi-

mientos para dar â la órbita una apariencia distinta de la realidad? Repito que todas estas reflexiones van dichas en tono de duda, las que tendrán otro tono y otra extension, si concluyo mi obra insinuada antes, y la presento con toda sumision al juicio de los sábios.

MUNDO FISICO.

PREFACIO.

No hay verdad física alguna, que no pueda hacerse sensible por medio de una imágen, ó, al ménos, que no pueda expresarse en un lenguage vulgar generalmente inteligible. Todo aquello, que en las ciencias naturales interesa á la mayor parte de los hombres, puede serle accesible. Basta, para proporcionarlo asi, desembarazarlo de algunas palabras técnicas, y sobre todo de aquel aparato geométrico, que asombra á la multitud.

Formó y egecutó este proyecto Fontenelle en un tiempo, en que algunos hombres consagrados por placer á las ciencias físicas, semejantes á los Sacerdotes de Egipto, conservaban entre misterios el depósito. Los demas hombres no tomaban parte alguna en sus progresos. Participaban de las ventajas, que aquellas ciencias proporcionan á la sociedad, sin participar de los placeres, que ofrece el cultivarlas.

El libro de Fontenelle (1) tubo una gran de acceptacion en el momento, en que se públicó. Todo el mundo queria leerlo, y todo el mundo lo leyó con interes ó aprovechamiento. Los sábios hallaron en él diversion, y las de-

---

(1) *Este libro tenia por título Conversacion sobre la pluralidad de los Mundos.*

mas gentes instruccion y placer. Su fortuna hubiera sido mas completa y mas durable sin duda, si hubiera tenido Fontenelle valor, al esplicar los movimientos de los cuerpos celestes, para sacrificar los turbillones imaginarios á una doctrina mas substancial y mas conforme á la Naturaleza.

En esta obra trato yo á poco mas ó ménos del mismo asunto que Fontenelle; pero con las modificaciones, que exigen hoy los progresos de las ciencias. Esta parte se compone de lecciones sobre el Mundo fisico (1) presentadas en cartas á una Señora de bastante talento, que me ha permitido publicarlas, sin permitirme publicar sus respuestas.

Esta rama de la Filosofia natural es tan interesante por sí sola, que no necesita de adornos extraños. Todos mis cuidados se han reducido á explicarme con claridad, y á no usar sino de raciocinios fáciles de percibirse. En la segunda parte examino el Mundo moral, y este examen me conduce á formar un cuadro de costumbres con los grandes cambios, que ha producido una larga revolucion.

Las revoluciones hacen desenvolver los caractéres, y llevan á los hombres á diferentes posiciones, que ofrecen á el observador los medios fáciles de conocer los referidos caracteres.

---

(1) *Nuestro Mundo fisico abraza todos los cuerpos celestes, sin comprehender entre ellos á las estrellas.*

Ultimamente comparo el Mundo fisico al Mundo moral, despues de haber estudiado su mecanísmo, y llego á enlazar estos dos Mundos por relaciones entre las leyes, que los rigen.

EL MUNDO FÍSICO Y EL MUNDO MORAL,

O CARTAS A LA SEÑORA ***

PRIMERA PARTE.

CARTAS SOBRE EL MUNDO FISICO.

CARTA PRIMERA.

INTRODUCCION.

Señora: no es raro ver hombres, que, teniendo ya madura la razon por la edad y la experiencia, se entregan con placer y constancia á el estudio de la Naturaleza. Mas que una persona de vuestro sexo, rica de dones de fortuna, y de todas las brillantes cualidades, que embellecen á la juventud, desee ardientemente familiarizarse con esta clase de conocimientos; que no cese de repetir con Lafontaine

¿Cuando las nueve hermanas
solas han de ocuparme,
y han de hacer mis delicias,
lejana de las cortes y ciudades?

¿Y cuando de los Cielos
ellas han de enseñarme
los varios movimientos,
que escondidos han sido á ojos mortales:?
¿Y los nombres y fuerzas
de esas luces brillantes,
que su resplandor llevan
por inmensos espacios celestiales:?

es un bello egemplo, que dais á las jóvenes capaces de imitaros, sin que lo estrañen los que tienen la fortuna de conoceros, y los conocimientos para apreciaros. El imperio de la beldad jamas tiene una larga existencia, sino está robustecido por las virtudes y embellecido por los talentos.

Conoceis muy bien estas verdades, y este sin duda es el motivo, que os ha llevado á elegir estudios en cierta manera estraños á vuestro sexo, aun cuando reunen la utilidad y el placer.

Deseais conocer los grandes fenómenos (1) del Mundo físico, y las causas que los producen. Quereis que se os manifiesten los resortes, que animan al Mundo moral. Preguntais tambien si hay relaciones entre las leyes, á que se sujetan estos dos Mundos.

---

(1) *Llamo fenómeno á todo efecto, á toda accion, á todo movimiento, que ofrece á nuestra vista el espectáculo del Mundo ya fisico, ya moral.*

Yo intento satisfacer vuestros deseos. Feliz yo si mis esfuerzos corresponden á vuestras esperanzas.

Tengo el honor de ser vuestro servidor &c.

CARTA SEGUNDA.

Número, disposicion y movimientos verdaderos de los cuerpos celestes, que componen el Mundo físico.

El cuadro del Cielo es sin duda el espectáculo mas bello, que nos presenta la Naturaleza. El excita la admiracion, cuando se considera la magestad de su conjunto, é interesa y deleita por la abundancia y variedad de sus partes.

Globos de desigual tamaño, conocidos con el nombre de Planetas, están suspendidos por una mano invisible en la inmensidad del espacio: todos giran sobre sí mismos, y van al mismo tiempo por círculos algo alargados, y que se llaman elipses, cuyo centro comun ocupa el Sol.

Este Astro se distingue por el privilegio exclusivo de brillar con luz propia, por su excesivo tamaño, por su inmobilidad, y por su poder soberano. Se extiende su imperio hasta la region de las estrellas: todos los cuerpos encerrados dentro de estos límites sienten su influencia. Si él cesase un solo instante de egercerla, el Mundo ofreceria á la vista un cuadro triste de destruccion y desórden. El es el que conserva la regularidad y armonia del todo: sin cesar dirige á los Planetas en el curso de sus

movimientos, y todos ellos le deben el triple beneficio de la luz, el calor y la vida.

Han tomado los Planetas sus nombres de las divinidades del paganismo. El mas cercano á el ☉ se llama Mercurio. Dista de él mas de trece millones de leguas. Es muy pequeño con respecto á la Tierra, y mas de tres veces mas cercano que ella del Sol. Siente mas vivamente que los demas Planetas la influencia de aquel Astro. Recibe de él mas calor, y mas velocidad. Su giro al rededor del Sol se hace en el tiempo de tres meses.

La Diosa de la beldad ha dado su nombre á el mas bello de los Planetas. Venus sigue inmediatamente á Mercurio. Tiene ménos velocidad que él: corre un círculo mayor, y consume ocho meses en girar al rededor del Sol. La distancia, que lo separa de este Astro, es de cerca de veinte y cuatro millones de leguas.

La luz, que recibe, es bastante abundante para hacerle esparcir una claridad, que obscurece la de las mas brillantes estrellas. De aqui es que se le da el nombre de estrella de la mañana ó del Pastor, y de estrella de la tarde, segun que se halla sobre el horizonte antes de nacer, ó despues de ponerse el Sol.

Despues de Venus sigue la Tierra. Estos dos Planetas tienen con poca diferencia el mismo tamaño, y ambos son mas de un millon de veces mas pequeños que el Sol. La distancia, en que la Tierra está de este Astro, es de mas de treinta y cuatro millones de leguas. Hace su giro en el espacio de doce meses.

Los otros Planetas giran despues con este órden: Marte, Vesta, Juno, Ceres, Palas, Júpiter, Saturno y Urano. Los cinco primeros nada ofrecen de notable. Marte es dos veces mas pequeño que la Tierra. Se mueve al rededor del Sol en veinte y dos meses y medio. Los otros cuatro son bastante mas pequeños que Marte, y su extrema pequeñez, junta con su posicion respectiva, ha hecho nacer la idea de tenerlos como fragmentos de un Planeta mayor, que, girando al rededor de el Sol, y á la misma distancia, ha sido desbaratado por alguna violenta explosion.

El mayor de los Planetas ha tomado el nombre del mas temible de los Dioses. Júpiter dista de el Sol doscientos cuatro millones de leguas, y por consiguiente seis veces mas que nosotros. Es mil y doscientas veces mayor que la Tierra. Da vueltas al rededor de el Sol en el espacio de doce años. Por causa de su enorme tamaño recibe de el Sol Júpiter, y envia á la Tierra, una gran masa de luz, de lo que nace que se muestre á veces á nuestros ojos con notables rasgos de semejanza con Venus.

Saturno está dos veces mas distante de el Sol que Júpiter, y por consiguiente doce veces mas que nosotros. Su tamaño es nueve veces mayor que el de la Tierra, y dura su curso al rededor de el Sol treinta años. Saturno se distingue por un grande anillo bastante distante de él, de que está rodeado. Esta especie de cerco está bastante distante para hallarse enteramente fuera de la sombra del cuerpo del Planeta,

y por consiguiente para reflejar la luz del Sol á lugares, que no pueden en el Planeta sentir directamente sus influencias.

El último de los Planetas ha recibido el nombre de Urano, y dista de el Sol mas de setecientos cincuenta y dos millones de leguas, y por consecuencia veinte y dos veces mas que nosotros. Su tamaño es ochenta veces mayor que la Tierra, y la duracion de su giro en torno de el Sol es de ochenta y tres años.

En medio de esta reunion de cuerpos el Sol solo manda: obedecen todos los Planetas; pero muchos de ellos logran desquitarse de esta especie de servidumbre. La Tierra tiene un globo bajo su inmediata dependencia, y diversos otros están sometidos á el imperio de Júpiter, Saturno y Urano, sin dejar por esto de pertenecer á el grande imperio del Sol. A Júpiter pertenecen cuatro, á Saturno siete, y á Urano seis.

Estos Astros secundarios, conocidos bajo el nombre de Lunas, de Satélites ó Planetas subalternos, se revuelven al mismo tiempo al rededor de sus propios centros y de sus respectivos Planetas, á quienes acompañan en el curso de sus viajes. Lo que hay en esto mas notable es que todos estos movimientos se hacen, ha un número grande de siglos, con la regularidad mayor de Occidente á Oriente.

Yo no os hablaré en particular de todos estos Planetas subalternos. El que gira al rededor de la Tierra es el solo, que puede interesaros. Una de las cartas siguientes tendrá por objeto los fenómenos, que hace nacer la presencia de es-

te satélite. Por ahora digo solo que la Tierra es sesenta veces mayor que la Luna, y que dista una de otra cerca de ochenta y siete mil leguas.

Tengo el honor de ser vuestro servidor &c.

CARTA TERCERA.

Movimiento de la tierra: inmovilidad del Sol.

Ya os he mostrado la disposicion exacta de los cuerpos celestes, y os he expuesto los principales movimientos, que han recibido de la Naturaleza. Esta disposicion, estos movimientos son reales, pero las apariencias se oponen á su realidad. El expectador terrestre gira al rededor de el Sol con el globo, en que habita, y sin embargo, por el efecto de una ilusion, de que no puede librarse, se cree inmoble como lo está en la realidad el Sol, y le parece que este Astro está animado del movimiento, que pertenece á la Tierra.

Esta ilusion es seductora, alhaga la vanidad y complace á el amor propio Por tanto es abrazada por este con placer. Por esto se concede con una suerte de complacencia la inmovilidad exclusivamente á la Tierra. La Luna y el Sol, los Planetas y sus satélites giran al rededor de ella sin interrupcion: los primeros para alumbrar y calentar su superficie: los otros para dar mas brillo á su corte, y el hombre se considera como el Rey del Universo.

Esta quimera ha transcurrido por muchos si-

glos sin hallar obstáculo alguno. No habia aun llegado el tiempo, en que debia desparecer ante la luz de la razon. El descubrimiento de la inmovilidad del Sol hará época en la historia del espíritu humano. Ella ha servido para desengañar á el hombre de su grandeza imaginaria, y rasgar el velo que ocultaba la poca importancia de la Tierra en el sistema del Universo. (1)

Me parece oiros preguntar con ahinco cuales son los motivos, que han determinado para despojar á la Tierra del privilegio de la inmovilidad. Esta cuestion no es ciertamente embarazosa. Para responder completamente seria preciso usar de raciocinios, que su aridez hace extraños á vuestro sexo. Me contentaré con los siguientes, que me parecen propios para convenceros sin fatigar vuestra atencion.

Si estubiera quieta la Tierra, el observador, colocado sobre su superficie, veria á todos los Planetas moverse siempre en el mismo sentido; mas observaciones hechas con cuidado, y repetidas con constancia, no permiten dudar que en el curso de cada giro aparecen los Planetas dos veces quietos, y despues animados de un movimiento, que se dirige ya á el Oriente, ya al Occidente. Para explicar esta rareza aparente de la Naturaleza, imaginaron los Filósofos de la antigüedad hacer mover los Planetas en círculos di-

---

(1) *Véase la nota primera al fin de esta parte, y la nota del traductor al fin de la obra.*

versamente entrelazados los unos en los otros; pero esta disposicion ciertamente embarazosa no halló acogida favorable.

Para concluir la materia de los sistemas, os diré que cerca de la mitad del siglo sexto, un filósofo dinamarques, llamado Ticho Brache, propuso el dejar la Tierra en el centro del mundo, y hacer mover al Sol al rededor de ella cercado de los Planetas, cuyos movimientos en torno de aquel Astro acababa de ser demostrado por la observacion; pero, si se compara el tamaño excesivo del Sol con la pequeñez de la Tierra; si se considera que los habitantes de los demas Planetas pueden imaginar una disposicion semejante, esto es, colocarse en el centro del Mundo, sin contrariar los fenómenos, es preciso conocer, que esta colocacion de Planetas es fruto de una imaginacion inflamada por el deseo de dar á la Tierra un género de preeminencia en el sistema planetario. Todas las obras de la Naturaleza se hacen admirar por la riqueza y magnificencia en los planes, y por la economía y simplicidad en la egecucion.

Si os quedan aun sobre el movimiento de la Tierra dudas é incertidumbres, representaos á un viagero, que pasa la noche en un barco, á quien lleva la corriente del agua. Cuándo despierta á la mañana, mira en rededor de sí: los objetos, que le rodean, estan colocados como en la tarde antes: todo le indica que no ha habido movimiento. Despues deja ir la vista á los objetos exteriores. Nota que ha mudado de orillas. Esta mudanza le indica el movimiento del barco.

Nosotros respecto á la Tierra somos lo que el viagero respecto á el barco: solo mirando á las orillas, podemos reconocer un movimiento, que tuvimos juntamente con ella.

Nuestras orillas son los Cielos, esto es, esta bóbeda azul donde estan colocadas las estrellas, que llaman fijas, porque guardan siempre entre si la situacion misma. Cada dia, cada noche una línea recta tirada desde el ojo del observador, y prolongada hasta el Cielo, pasando por el Sol, va á parar á una estrella diferente. Anuncia visiblemente este fenómeno una mutacion de lugar ó en la Tierra, ó en la estrella. Mas nosotros sabemos que las estrellas tienen un lugar fijo en el Cielo. Luego aquel movimiento real no puede pertenecer mas que á la Tierra: y como que hasta pasados trescientos sesenta y cinco dias no aparece una misma estrella en el mismo punto del Cielo á los ojos del espectador, está autorizado este para deducir que el movimiento de la Tierra en torno de el Sol dura el espacio de doce meses.

Tengo el honor &c.

CARTA CUARTA.

Movimientos de los cuerpos celestes al rededor de sí mismos.

Hasta ahora habiais creido inmovil á la Tierra, y en movimiento al Sol. Este es un error, que os era comun con todos los que se dejan seducir por las apariencias. Ya os he desengaña-

do sobre este objeto, y este desengaño es una conquista, de que me glorío, y que podrá ser ceda en provecho de las ciencias. El sistema del movimiento de la Tierra sorprehende por su atrevimiento, alhaga por su simplicidad, convence por la solidez de las pruebas, que han servido para establecerlo, y estos motivos reunidos os han determinado á darle la preferencia sobre todos los demas.

Mas este movimiento, de que conoceis la realidad, no es el solo, que tiene la Tierra. Da vuelta sobre sí misma, sin cesar de girar en torno del Sol, y este movimiento es comun á todos los cuerpos celestes, de que se compone nuestro Mundo fisico. Se manifiesta en el Sol, al contemplar la parte visible de su superficie. Deja esta percibir manchas mas ó menos obscuras, cuyo número, sitio y tamaño varian. Si el Sol no girase sobre sí mismo, desparecerian estas manchas á los ojos del observador, y no se mostrarian de nuevo sino despues de una entera revolucion de la Tierra; pero no sucede así: la desaparicion y aparicion de las manchas solares se renuevan en el intervalo de veinte y cinco dias y medio. Luego el Sol da vueltas al rededor de sí mismo, y esta revolucion se efectua en veinte y cinco dias y medio.

Manchas esparcidas sobre la superficie de Marte, de Júpiter y de Venus aparecen sin cesar animadas de un movimiento muy sensible, y demuestran visiblemente la rotacion de estos Planetas.

Mercurio, Saturno y Urano están situados de

modo, que no son visibles sus manchas. El primero de estos Planetas está muy vecino á el Sol, está por consiguiente casi siempre bañado de sus rayos, cuyos brillos clarísimos ocultan sus manchas á los ojos del observador. La gran distancia de Saturno y de Urano nos impiden observar las manchas suyas. Por tanto no podemos asegurarnos de que giran al rededor de sus propios centros; mas la analogía, este lazo, que une todas las partes del Universo, nos lleva á hacer participar á estos Planetas de un movimiento, que anima á sus compañeros,

La Tierra gira tambien sobre sí misma, y este movimiento, que se egecuta en veinte y cuatro horas, de Occidente á Oriente, hace nacer el movimiento del Sol y de las estrellas de Oriente á Occidente. Entre esta apariencia y la causa, que la produce, hay una dependencia, que es menester conocer y valuar. Basta para esto observar que cada punto de la superficie del globo terrestre, que da vueltas sobre sí mismo en veinte y cuatro horas, describe en el mismo tiempo un círculo entero. Colocado sobre uno de estos puntos el espectador terrestre, es semejante á el navegante, que se cree quieto con el barco, que le lleva. Este ve á las montañas y llanos moverse con una direccion contraria á lá del barco movido. El otro ve á el Sol y las estrellas girar de Oriente á Occidente en veinte y cuatro horas: tiempo igual á el del movimiento de la Tierra.

„Yo concibo, me direis, que girando la Tier-
„ ra sobre sí misma, todos los cuerpos celestes

„ deben aparecer dando vueltas en el mismo
„ tiempo en sentido contrario; pero no por es-
„ to dejo de tener repugnancia en admitir en
„ la Tierra un movimiento, que no parece apo-
„ yado sobre pruebas muy rigurosas, y que mis
„ sentidos no dejan de contradecir."

Pues heis aqui, Señora, un raciocinio, que me parece decisivo en favor del movimiento de la Tierra, y que intento haceros comprehender.

Supongo yo que un Artista pueda producir un fenómeno muy notable por dos caminos diferentes. El primero consiste en hacer girar al rededor de sí mismo á un pequeño globo: el segundo en hacer mover al rededor de él un gran número de globos, de los que muchos tienen un excesivo tamaño. Si el Artista da la preferencia á este último camino, le tendreis sin duda por loco, ó al ménos reconoceréis en él un defecto grosero de inteligencia y prudencia. Pues bien, Señora: La Naturaleza se encontró precisamente en el lugar de este artista antes de formarse el Mundo. Podia ella producir el movimiento real de todos los cuerpos celestes de Oriente á Occidente en veinte y cuatro horas, ó hacer este movimiento solo aparente, haciendo girar á la Tierra sobre su propio centro en el mismo espacio de tiempo. ¿Quien supondrá que haya tomado el primer camino, que contraría visiblemente la admirable simplicidad y la económica sabiduría, que ella hace brillar en la egecucion de sus designios?

Si las pruebas, que os acabo de presentar

en favor del movimiento de la Tierra, no bastan á convenceros, yo os invito, Señora, á aplicar vuestra sagacidad á estotra, que sigue.

Todos los Planetas giran al rededor de el Sol, y en tanto mayor tiempo, cuanto son mayores sus distancias de aquel Astro. Otro tanto sucede en los Planetas subalternos: las seis Lunas de Urano, las siete Lunas de Saturno, y las cuatro de Júpiter concluyen sus carreras en mas, ó ménos tiempo al rededor de sus respectivos Planetas, segun que estan mas ó menos distantes. No es esto solo: los Planetas y los satélites se revuelven sobre sus centros, y estos movimientos son tambien desiguales. ¿No parece que la Naturaleza se ha hecho una suerte de ley de distinguir por diferencias mas ó ménos sensibles todo aquello, que es comun á muchas cosas? Mas esta ley no se puede en modo alguno componer con la exacta igualdad de tiempos empleados por todos los cuerpos celestes en girar al rededor de la Tierra, sin embargo de la grande desigualdad de distancias, que los separan de ella. Luego su movimiento debe mirarse como apariencia simple, que hace nacer el movimiento de la Tierra sobre su propio centro.

Soy vuestro servidor &c.

CARTA QUINTA.

Fenómenos, que nos presenta la Luna.

Tal es la naturaleza del hombre físico, que el órgano de la vista por sí solo no puede al-

canzar la mayor parte de los cuerpos, de que se compone el sistema de los Planetas. Los fenómenos, que su presencia produce, son ignorados de la multitud. Existen solo para el observador, que sabe manejar el instrumento inventado para acercar los objetos y agrandar sus imágenes. La Luna y el Sol son los solos, que hieren diariamente nuestra vista. Los seguimos sin trabajo en sus cursos respectivos, y cuando las diferentes posiciones, en que se hallan con respecto á nosotros, les hacen sufrir diferentes transformaciones, excitan nuestra curiosidad sin causarnos sorpresa.

Moviéndose la Luna sin cesar al rededor de la Tierra, se halla una vez en cada vuelta, esto es, una vez al mes, entre la Tierra y el Sol, y una vez dentro del mismo tiempo se coloca la Tierra entre el Sol y la Luna.

Siendo la Luna y la Tierra dos cuerpos redondos, y resistiendo el paso de la luz, el Sol no puede alumbrar mas que la mitad de su superficie. De aqui es, que, cuando la Luna está entre la Tierra y el Sol, la parte iluminada de su superficie no mira á la Tierra. En este caso es la Luna invisible del todo, y se le llama *Luna nueva*. Si, al salir ella de este punto, la seguimos en su curso, nos parece que renace desde el momento, en que empieza á ofrecer á nuestra vista la mas pequeña parte de su mitad iluminada. A medida que anda, su parte iluminada, que siempre está á la parte, en que se halla el Sol, se va haciendo mas y mas visible. En los diferentes puntos de esta car-

rera se presenta bajo la forma de un segmento creciente luminoso, que se aumenta cada dia, hasta hacerse un disco entero de luz, lo que se verifica al hallarse la Tierra entre la Luna y el Sol; esto es, en la *Luna llena.* Este disco luminoso se transforma en seguida en un segmento menguante, que disminuye siguiendo los mismos grados por que creció, hasta que, hallándose la Luna otra vez entre el Sol y la Tierra, vuelve á ser invisible.

En los dos puntos igualmente distantes de la Luna nueva y llena vemos la mitad poco mas ó menos de la superficie iluminada de este Astro. Estos puntos se llaman *primero* y *segundo cuarto.* Sucede el primero cuando la Luna pasa de nueva á llena, y el segundo cuando pasa de llena á nueva.

Réstame hablaros del fenómeno de los eclipses, que ha causado aun de tiempo antiguo alarmas á el Pueblo, no obstante haber sido la causa, que los produce, exactamente conocida de los Filósofos de la mas remota antigüedad.

En la Luna llena, hallándose la Tierra entre la Luna y el Sol, muestra á la Luna su mitad que está en su sombra, y, si esta sombra cae sobre la Luna, esta se eclipsa, esto es, la sombra de la Tierra la priva de los rayos del Sol, que la hacen visible, cuando dan en ella, á los habitantes de la mitad obscura de la Tierra.

Cuando la Luna es nueva, está colocada entre el Sol y la Tierra. Su mitad, que está entre su sombra, mira hácia la mitad iluminada de

la Tierra, y entónces, si la Luna se halla perfectamente debajo del Sol, esta sombra nos oculta en todo ó en parte la luz de este Astro, y se eclipsa el Sol.

No suceden los eclipses todas las veces, que la Luna está entre el Sol y la Tierra, ó la Tierra entre el Sol y la Luna; y esto proviene de que frecuentemente no están colocados estos tres cuerpos en línea recta, de lo que resulta que aquel, que debia causar el eclipse, arroja su sombra algo desviada de aquel, que debia recibirla.

Casi nunca se muestran los cuerpos como son realmente: nos parecen pequeños cuando están muy distantes, y aumentan su tamaño aparente á medida que se acercan á nosotros. La Luna es muy pequeña comparada con el Sol, y el Sol está infinitamente mas distante de la Tierra que la Luna, de lo que resulta que algunas veces en la Luna nueva, estando estos tres cuerpos colocados en línea recta, la Luna nos oculta enteramente la luz del Sol, por que su tamaño aparente excede al de este Astro, y en este caso el eclipse es total.

El espectáculo de esta clase de eclipses es sin duda de los mas imponentes, que se ofrecen á los habitantes de la Tierra. El Sol desaparece repentinamente con la claridad brillante, que da su presencia. La belleza de un dia puro y sereno se torna en la mas grande obscuridad. El velo de una profunda noche envuelve á toda la Naturaleza. Las estrellas gozan solas el privilegio de mostrarse con brillos. Los habitantes de

los aires, ocupados de susto y asombro, se apresuran á buscar un asilo sobre la Tierra. (1)

Es fácil hacer sensibles á la vista las diferentes apariencias, de que acabo de hablaros. No son ellas mas que las de un globo, al rededor del cual se haga dar vueltas á una vela encendida, la cual ya ilumina, y hace aparecer clara una cuarta parte del globo, ya una mitad, y ya lo deja invisible, ó todo obscuro á la vista, cuando entre él y la luz se pone un cuerpo, que estorbe el paso á la luz misma. Este fué el medio de que usó Galileo en su tiempo para explicar los principios de la física celeste en presencia del Dux y Senadores de Venecia en la torre de S. Márcos.

La Luna da vueltas sobre sí misma, y este movimiento se egecuta en un tiempo igual á el que emplea en girar al rededor de la Tierra. De modo que, mientras da una parte de su vuelta, debiéndose ocultar á nuestra vista una parte de su superficie visible, corre una parte semejante de su círculo al rededor de la Tierra, lo cual produce que, aun poniéndose en un nuevo punto de vista, nos presenta sin embargo la parte de su superficie, que ántes nos presentaba. De aquí es que la Luna, con respecto á el Sol, y á los demas Astros, gira sobre sí misma; pero no aparece con respecto á nosotros que hace este giro. Todos los Astros, mirados desde la Luna, aparecerán nacer y ocultarse en el intérvalo de quin-

(1) *Véase la nota 2 al fin de este tratado.*

ce dias. La Tierra sola apareceria allí suspendida en el mismo punto del Cielo, si la Luna no tuviese un cierto balanceo, que un habitante, puesto en la Luna misma, atribuiria á la Tierra, y que hace que una pequeña parte de su superficie visible se oculte algunas veces, y se muestre una pequeña parte de la mitad opuesta.

Soy servidor &c.

CARTA SEXTA.

Rasgos de semejanza entre la Luna, la Tierra y otros Planetas.

Desde que abre el hombre los ojos á la luz por la vez primera manifiesta el deseo de conocer todos los cuerpos, que le rodean. Crece con la edad este deseo. Cada dia se extiende á objetos mas distantes, y, cuando estan colocados mas allá de los límites donde alcanza, su excesiva curiosidad le hace imaginar instrumentos para alcanzar á ellos. Con el auxilio de una Luneta muy graduada contempla los Planetas, y los satélites. Todos ellos le parece que participan, lo mismo que el globo que él habita, de la solidez, redondez y opacidad. (1)

La Luna fija particularmente su atencion por razon de su cercanía, y bien pronto descubre

(1) *La palabra opacidad expresa la propiedad, que tiene la mayor parte de los cuerpos de rechazar la luz.*

sobre la superficie de este Astro tierras, manchas, montañas, desigualdades, abismos &c. A la parte sólida de la Luna es á quien debe la Tierra la luz debilitada por la reflexion, que alumbra á sus habitantes, cuando están privados de ver la del Sol. La Tierra envia los rayos solares, que recibe para iluminar la parte obscura de la superficie de la Luna: asi es que la Luna y la Tierra se hallan en dependencia una de otra en cuanto á estos servicios recíprocos, que se prestan. Ofrecen pues ambas al observador diversos rasgos de semejanza, que han hecho nacer la famosa cuestion sobre si la Luna, y los otros Planetas son habitados como la Tierra: esto es, sobre si sus superficies están pobladas de animales de diferentes especies, y embellecidas por un gran número de vegetales.

Seria en vano, Señora, en el estado actual de nuestros conocimientos intentar resolver esta cuestion. La debilidad de nuestra vista, la imperfeccion de las Lunetas, y la enorme distancia, á que están de nosotros los Planetas, se oponen á este intento.

Lo que yo tengo por cierto es que la Luna y los Planetas no pueden estar habitados de hombres como nosotros, y los motivos, que me deciden por esta opinion, son los siguientes.

Sabeis que la Tierra está rodeada de aire; esto es, de un fluido, (1) que no se sujeta por

---

(1) *La masa entera del fluido aeriforme, que rodea la Tierra, se llama atmósfera de la Tierra.*

su sutileza á nuestros sentidos y nuestro examen. Se eleva sobre su superficie á una altura de mas de quince leguas, y su levedad aumenta á proporcion que las distancias. (1) Sabeis que nosotros no podemos vivir sin este aire, y que un cuerpo, que arde, se apaga de repente al punto que deja de sentir su influencia. (2) Luego no puede afirmarse que la Luna y los demas Planetas estan habitados por seres como los de la Tierra, sin tener la certeza de que sus atmósferas tienen la misma propiedad, que la nuestra. Mas la existencia de la atmósfera de muchos Planetas es problemática aun, y, si creemos á nuestros mas hábiles Astrónomos, la atmósfera de la Luna es tan sutil ó ligera, que no puede ciertamente convenir á nuestra economía animal.

Si la Tierra fuese súbitamente transportada al lugar de Mercurio ó de Urano, ¿que sería de los hombres y animales esparcidos por su superficie? ¿Podrian tolerar el calor sofocante de Mercurio, ó el excesivo frio, que se siente en Urano? Y aun cuando pudieran sufrir estados tan violentos ¿hallarian sobre la Tierra, colocada en cualquiera de aquellas dos posiciones, de que alimentar su existencia? En la primera de ellas se hallaria siempre el agua en estado de vapor, y serian abrasadas las plantas ántes de llegar á sazon; en la segunda estaria siempre el

---

(1) *Véase la nota 3 al fin de este tratado.*
(2) *Véase la nota 4 en el mismo lugar.*

agua en estado de congelacion, y las plantas no podrian crecer y desenrollarse.

Guardémonos, Señora, de ambicionar otro lugar para nuestra Tierra en el sistema de los Planetas. Creamos que la Naturaleza, siempre sábia, le ha señalado la posicion mas conveniente á sus necesidades, y que, si los otros Planetas son habitados, como la Tierra, los animales, que pueblan su superficie tienen una constitucion física bien diferente de la nuestra.

Tal es, Señora, la asombrosa diversidad de producciones de la Naturaleza, que se distinguen sobre la superficie de la Tierra muchas variedades de hombres (1) y gran número de animales de diferentes clases. (2) El hombre, sea de la clase que fuese, no puede vivir sin la influencia del aire, que forma las diferentes capas inferiores de la atmósfera; mas entre los animales algunos viven en aire bastante sutil, y muchos otros se hallan bien en un aire, en que no podemos estar nosotros ni un solo instante. (3) Hay al fin otros, y en grande número, que no pueden vivir sino en el agua. (4)

Estas consideraciones me conducen á sospechar, que, aunque la Luna y los otros Planetas no puedan estar habitados por hombres como nosotros, podrán estarlo de cuerpos animados

(1) *Véase la nota* 5.
(2) *Véase la nota* 6.
(3) *Véase la nota* 7.
(4) *Véase la nota* 8.

de otra especie: y se confirma esta sospecha cuando considero la asombrosa fecundidad de la Naturaleza. Yo no puedo familiarizarme con la idea de que todos estos globos, que se mueven con tan gran órden y regularidad en los espacios celestes, sean no mas que materia bruta condenada desde su origen á la inaccion y esterilidad. Ellos participan probablemente, lo mismo que la Tierra, del privilegio de tener sobre sus superficies seres animados de los que algunos quizá tendrán inteligencia y razon. Y aun puede ser que nos aventajen algunos en vivacidad y en fineza de talentos, y otros en profundidad y sabiduría. Pero, sin pretender conocer límites en el poder del Criador, yo dudo que los habitantes de otros Planetas aventajen á los de la Tierra en una mezcla mejor dispuesta de dones del espíritu, de cualidades del corazon, y de las gracias de la belleza.

Tengo el honor de ser vuestro &c,

CARTA SÉPTIMA.

De el Sol.

Entre los cuerpos, de que se compone el Mundo fisico, es sin duda el Sol el mas propio para instigar nuestra curiosidad, y excitar nuestra adminiracion. De esto nació el entusiásmo, que hizo prosternar á varios pueblos ante este Astro. Le elevaron altares, y le proclamaron por Dios del Universo.

Esta clase de idolatria, aunque muy extendida durante el imperio del paganísmo, estaba muy léjos de ser general. Concediendo los hombres sábios á el Sol algunas cualidades, de que no participaban otros seres, le negaban las eminentes prerogativas que distinguen á la divinidad. Miraban al Sol como á la hoguera del Universo, como á un globo de fuego notable por su excesivo tamaño y por su asombrosa actividad, como á una fuente inextinguible, de donde los Planetas y satélites recibian sin cesar el calor y la luz.

Esta fué la opinion de todas las edades y escuelas. Ninguno habia pensado en disputar al Sol el privilegio de tener en sí la mas brillante lumbre, hasta que en estos últimos tiempos se presentó un célebre astrónomo Ingles, por nombre Herschell, con las armas poderosas de la observacion combatiendo todas nuestras ideas sobre la naturaleza de este Astro. Habia él formado y realizado el proyecto de extender el dominio del poder del Telescopio, aumentando considerablemente sus dimensiones. Con este instrumento, perfeccionado así, llegó á observar como mas de cerca al Sol, y á convencerse de que este Astro es un cuerpo sólido y opaco como los Planetas y satélites. Lo que le distingue de ellos es el estar rodeado de una atmósfera transparente, sobre la cual se posa una inmensa cadena de nubes fosfóricas, cuyo defecto de continuidad permitió á Herschell penetrar con la vista hasta el cuerpo del Sol.

De estas nubes fosfóricas parte sin duda en

cada instante una infinidad de rayos luminosos, que corren con una velocidad inconcebible los espacios celestes, para alumbrar y dar calor á los Planetas. La Atmósfera, que estos rayos tienen que atravesar para llegar á nosotros, se compone de moléculas bastante corpulentas para reflejarlos, y á esta reflexion debemos el doble beneficio del crepúsculo, y de la Aurora.

A la mañana antes de nacer el Sol, y á la tarde despues de ponerse, el aire, que está sobre nosotros, recibe rayos, que no vienen enviados sobre la Tierra, y detiene un cierto número de ellos para reflejarlos á nuestros ojos. Gozamos entónces una luz como de favor, que, creciendo poco á poco, nos prepara agradablemente á la presencia del Sol, y que, disminuyéndose por grados, nos dispone á ser privados de la presencia de aquel Astro.

Si el aire, que rodea la Tierra, dejase pasar todos los rayos, en el momento mismo, en que dejabamos de gozar de una claridad brillante, seriamos cubiertos de las tinieblas de la noche, y estos dos extremos jamas serian para nosotros unidos por diferencias graduadas de obscuridad, y claridad.

Este inconveniente, que nos ha evitado la Naturaleza, está reservado solo para verificarse en la Luna. El aire, que la rodea, es tan sutil, que no puede detener una parte de los rayos, que lo atraviesan. Ninguno de ellos padece reflexion, y los habitantes de este satélite, si los tiene, pasan de repente de la claridad

mas brillante á la mas grande obscuridad. (1)

Hay un fenómeno, que se nos presenta diariamente á la vista, y que tal vez ha excitado ya vuestra sorpresa; consiste este en que el Sol al nacer, y al ponerse, nos parece mas lejano que cuando está en su medio dia, no obstante que en todas estas posiciones se halla á una igual distancia de la Tierra.

Al nacer y ponerse el Sol, los rayos, que nos envia, tienen que atravesar un aire espeso por sí mismo, y por los vapores que se levantan sin cesar de la superficie de la Tierra, y un gran número de estos rayos son detenidos y dispersados. Al medio dia atraviesan los rayos solares una atmósfera mas pura y sutil, y casi todos llegan al sitio, donde venian destinados. Luego debemos ver al Sol mas clara y distintamente cuando está en su medio dia, que cuando está en los horizontes: y como la claridad, que esparcen los objetos, disminuye siempre á medida que se alejan, el Sol debe parecernos mas lejano, que al medio dia, cuando se halla en el horizonte.

En una de las cartas siguientes os hablaré por menor de la luz emanada del Sol, y de los importantes fenómenos, que produce. Este seria el lugar de hablar de ellos, si no estuviesen enlazados estrechamente con muchos otros, que hasta ahora no os he hecho conocer.

Soy vuestro servidor &c.

---

(1) *Véase la nota 9 al fin de este tratado.*

CARTA OCTAVA.

De los Cometas.

No es solo del Sol, de los Planetas y satélites de lo que se compone nuestro Mundo físico. Hay tambien en él otros cuerpos conocidos bajo el nombre de Cometas, cuyo número se aumenta cada dia para nosotros, y cuya existencia se apoya en una larga série de exactas observaciones (1)

Estaban los antiguos muy léjos de sospechar que los cometas fuesen Astros colocados, como los Planetas, bajo la dependencia del Sol. No los creian permanentes. Los sometian á el imperio de la Tierra, creyendo á su atmosfera el lugar del orígen de ellos, y su existencia fugitiva se tenia por presagio de calamidades y desastres, siendo un motivo de terror, y de alarmas populares.

Gracias sean dadas á el mas grande de los filósofos, á Newton, por haber destruido estas preocupaciones engendradas por la ignorancia, y acreditadas por la costumbre, y por haber señalado el verdadero lugar, que los Cometas ocupan en el Universo.

Se mueven ellos no como los Planetas en cír-

---

(1) *El número de Cometas conocido hoy es de ciento diez y ocho.*

culos casi perfectos, sino en círculos ovales muy achatados. El Sol, colocado muy cerca de las extremidades de todos estos óvalos, dirige á un mismo tiempo los Planetas y Cometas en sus cursos. El es una fuente comun, donde todos estos Astros toman la luz y la fuerza, que los anima. Los Cometas y los Planetas se mueven con la misma regularidad, y las épocas de sus nuevas apariciones se preveen hoy, y se anuncian con la misma certeza que las de los Planetas.

Puesto que los Cometas describen óvalos muy prolongados, deben hallarse unas veces á una inmensa distancia del Sol, y otras á muy poca de este Astro. Cuando están muy distantes de él, reciben poca luz y se mueven con bastante lentitud, y un frio excesivo se deja sentir sobre sus superficies. Guando esta distancia disminuye, se aumenta su brillo, y el calor, que sufren en las cercanías del Sol, se hace tan abrasador, que deseca enteramente su superficie. Todos los líquidos pasan al estado de aire; el vapor, que estos globos exhalan, toma la direccion contraria á la del fuego, que los hace exhalar, y producen la apariencia de aquella cola de los Cometas, siempre opuesta á el Sol, que, despues de haber inspirado por mucho tiempo el terror, ya en nuestros dias apenas excita la curiosidad y sorpresa.

Los versos siguientes, dirigidos por Voltaire á la Marquesa de Chatelet, os ofrecerán, Señora, una pintura fiel y viva de los verdaderos movimientos de los Cometas, y de los temores pueriles, que hacia nacer su presencia.

Cometas tan temidos
como el bramador trueno,
dejad de causar sustos
á los medrosos Pueblos.
En inmensas elipses
haced el curso vuestro,
al Astro autor del dia
Ya acercándoos, ya huyendo.
Vuestros fuegos lanzando
Volad, yendo y volviendo,
de envejecidos Mundos
á animar los esfuerzos.

Tengo el honor de ser vuestro servidor &c.

CARTA NOVENA.

De las estrellas.

Nuestro Mundo físico tiene por límites esta bóbeda azul, en que están colocadas las estrellas, cuyo número es superior á el poder del cálculo. Engañados por las ilusiones del amor propio miraban los antiguos á las estrellas como puntos luminosos esparcidos con profusion en los límites del espacio, y destinados exclusivamente á embellecer la morada de la Tierra, y á divertir la vista de sus habitadores, cuando están privados de la lumbre del Sol. Este error grosero se ha desvanecido como un sueño, cuando ha despertado la razon.

Las estrellas están mucho mas distantes que la Luna de el Sol y de la Tierra, y sin embargo la luz, que esparcen, es mas viva y brillante que la de la Luna. Luego las estrellas no brillan con luz prestada por el Sol. Gozan como él de los privilegios anexos al lucir con lumbre propia. Cada estrella está colocada probablemente en medio de un Mundo compuesto de Planetas y de satélites, á quienes ilumina, calienta y anima.

Os parecerá esta idea exagerada, y aun quizá gigantesca. Se confunde vuestra imaginacion, vuestro entendimiento se pierde en esta infinidad de Mundos gobernados por estrellas de una extrema pequeñez.

Señora: la pequeñez de las estrellas es solo aparente; su tamaño real iguala, y aun quizá excede, al del Sol. Si cambiasen mutuamente el lugar una estrella y el Sol, cambiarian de tamaño aparente. La estrella nos parecería tan grande como el Sol, y este tan pequeño como la estrella. Esta diferencia de tamaños depende de la diferencia de distancias. Las estrellas nos parecen muy pequeñas comparadas con el Sol, porque sus distancias de la Tierra son inmensas, si se comparan con la de aquel Astro.

La pequeñez, pues, de las estrellas no debe detenernos para hacerlas participar de la ventaja de alumbrar y dar calor á Mundos semejantes á aquel, que rige el Sol. Cuando yo considero la grandeza, el poder, la magestad de la Naturaleza, me parece que llega esta opi-

nion á un alto grado de verosimilitud, y la abrazo transportado. Los puntos de la bóveda celeste, donde parecen fijas las estrellas, no son para mí los límites del espacio. El universo se agranda á mis ojos, sus límites se retiran al infinito; la Tierra no es mas que un punto entre este número prodigioso de mundos, que lo componen, y respecto á sus habitantes el Sol entra visiblemente en la familia de las estrellas.

¿Y que os diré de aquella como faja nebulosa llamada via lactea, esto es, de aquella reunion asombrosa de estrellas tan cercanas, que parece confundirse unas con otras? Os aseguro que hay allí tantos Mundos como estrellas hay en aquella innumerable familia, y los límites de cada uno de ellos deben ser harto cortos. Estos pequeños Mundos están probablemente fuera de la ley general, por la cual el Sol en el Mundo, que rige, hace desaparecer, cuanto se presenta, todos los soles no sujetos á su imperio. Los habitantes de uno de estos pequeños Mundos son tan alumbrados por el Sol, que les domina, como por una infinidad de otros soles muy cercanos á ellos, que pertenecen á otros Mundos. La bóveda celeste brilla con una infinidad de fuegos situados en sus cercanías, y la claridad, que esparcen, les libra de las tinieblas de la noche, aun cuando su Sol propio se oculta bajo el horizonte.

Estos Mundos, que componen el Universo, y cada uno de los cuales está gobernado por una estrella, no ocupan sin duda un mismo tamaño

de espacio, ni tienen el mismo número de Planetas. Los soles, que los alumbran, difieren por sus tamaños y por el número, extension y color de sus manchas. En unos están estas separadas y se distinguen unas de otras. En otros están unidas, y cubren una mayor ó menor porcion de sus superficies; y como todos los soles giran al rededor de sus propios centros, debemos ver sin sorpresa algunas estrellas, que ofrecen al observador terrestre el espectáculo de su aparicion, de su ocultacion, y de su reaparicion periodicas.

Si me preguntais sobre el origen de las constelaciones, os responderé que lo deben á la necesidad de conocer las estrellas, y á la imposibilidad de dar á cada una un nombre particular. Se han imaginado, pues, en el Cielo varias figuras para incluir bajo una misma denominacion un cierto número de estrellas, y ciertas semejanzas vagas con una flecha, una cruz, un carro, una corona &c. han servido para escoger los nombres.

Soy vuestro &c.

CARTA DÉCIMA.

Mecanísmo de Mundo fisico.

Turbillones de Descartes.

Aquel, que considera por primera vez sobre un reiox, no ve mas que una como aguja, que, girando apoyada sobre una de sus extremidades, mide el tiempo con exactitud, porque anda con

un paso igual y uniforme. Este fenómeno excita la curiosidad: se apura, buscando conjeturas sobre la causa, que lo produce, y esta queda casi siempre desconocida hasta que el artista, que construyó tal máquina, descorre el velo, que cubre su mecanismo.

Otro tanto sucede en el Mundo físico. Los mas hábiles observadores no han visto en el Cielo mas que un conjunto de globos de desigual tamaño, colocados á diferentes distancias de el Sol, y girando sin cesar al rededor de este Astro con desiguales velocidades. El deseo de conocer la causa de estos movimientos ha producido sistemas mas ó ménos ingeniosos, que se han sepultado en el olvido desde el momento, en que la Naturaleza descubrió á el gran Newton el secreto importante de este misterio.

El espectáculo de una nave, que arrastra la corriente del agua, hizo nacer en la cabeza de Descartes la idea de que el Sol está quieto en medio de los espacios celestes, llenos de una materia, cuyas partes desunidas, ó desligadas unas de otras, gozan de una extrema mobilidad, y giran todas en círculo de Occidente á Oriente arrastrando consigo á los Planetas. Este turbillon se compone de capas mas crasas y mas veloces en su movimiento á medida, que estan mas cercanas al centro. Los Planetas participan de los movimientos de las capas, que los encierran, y giran todos al rededor de el Sol en tiempos mas ó menos largos, á medida que sus distancias de el Sol son mas grandes ó menos grandes. El Sol mismo, situado en medio de esta materia ce-

leste, sigue el movimiento de la capa, que lo envuelve.

Ademas de este inmenso turbillon, que pertenece exclusivamente al imperio del Sol, cada Planeta ocupa el centro de otro pequeño turbillon, que le es propio. Cuando gira al rededor de el Sol cada Planeta, gira tambien sobre su propio centro, y hace girar al rededor de sí, y en el mismo sentido una cierta porcion de la materia eterea, siempre dispuesta á seguir todos los movimientos, que se le quieran dar, siempre que el movimiento general no sufra algun ataque.

Asi se forma el turbillon particular de cada Planeta, que compone en cierta manera su dominio, cuyos límites se extienden hasta donde alcanza la fuerza del movimiento, que lo forma. Si entra en este pequeño turbillon un Planeta menor, que el que domina en él, está bajo la dependencia del grande, que le obliga á girar al rededor de él: y no por eso dejan los dos de girar al rededor de el Sol con el turbillon, que los encierra.

Tal es la idea, que Descartes se forma del mecanísmo del sistema de los Planetas: idea ingeniosa y atrevida, que encontró en Francia número grande de secuaces, y muchos decididos prosélitos: oprimidos mucho tiempo habia bajo el peso de las cadenas forjadas por los filósofos de la Grecia, los buenos talentos se aprovecharon de la ocasion favorable para romperlas. Todos se alistaron bajo las banderas de su libertador: la doctrina de los turbillones se hi-

zo una doctrina nacional. Todos se dejaron llevar de la brillantez del edificio, sin pensar en examinar su solidez.

Si se ata un cuerpo pesado, una pequeña bola de plomo por ejemplo, á la extremidad de una cuerda, de quien el otro extremo esté atado en un punto fijo, y se le comunica la misma cantidad de movimiento dentro del aire, dentro del agua, y dentro del azogue, el pequeño péndulo se mueve por largo tiempo en el aire, dura poco en el agua, y se extingue casi desde el principio en el azogue: lo que hace conocer que un cuerpo, que se mueve en un fluido, siente una resistencia tanto mas grande, cuanto es mas denso el fluido. Ahora bien: sabemos por unánimes testimonios de los Astrónomos observadores que el movimiento de los Planetas, y Cometas, cuyo origen se pierde en la obscuridad de los tiempos, no ha sufrido hasta ahora alteracion alguna. Es preciso, pues, que la materia eterea, de que hace constar Descartes sus turbillones, no oponga resistencia alguna á el movimiento de los cuerpos celestes. ¿Y como podremos concebir que un fluido, que no resiste, y que por consecuencia no es capaz de alguna accion, pueda imprimir á los Planetas y Cometas los movimientos, que los animan?

Estas experiencias son muy sencillas, y los razonamientos, que las acompañan son fáciles de entender. Heis aqui, Señora, el escollo, contra quien se han estrellado los turbillones de Descartes. No bastaba, no, demostrar lo frívolo de una doctrina, que llegó á ser la comun. Era

preciso reemplazarla con otra mas conforme á la Naturaleza. Newton arrostró esta dificil empresa, y vamos á ver ya que lo egecutó con feliz éxito.

Tengo el honor &c.

CARTA UNDÉCIMA.

Verdadero mecanismo del Mundo físico.

EXPOSICION DE LA DOCTRINA DE NEWTON.

Al reflexionar sobre el mecanísmo del Mundo físico, tuvo Descartes la idea de considerarse en el lugar de la Naturaleza ántes de la época de la creacion. Se persuadió que, por medio de sus turbillones, le sería fácil comunicar á los Planetas y Cometas el doble movimiento, que los anima, y este medio que era obra de su imaginacion, pasó á sus ojos por obra de la misma Naturaleza. Se engañó Descartes, pero en su engaño indicó un grande escollo, de que quizá no se hubiera librado Newton, ó que al ménos hubiera detenido la rapidez de sus pasos.

Newton meditaba en un jardin sobre los grandes fenómenos del Mundo fisico. La caida de una manzana llamó sus miradas, y fijó su atencion. La Naturaleza, que este grande hombre no cesaba de inquirir y observar, le presentó quizá aquel espectáculo para advertirle que todos los cuerpos terrestres tienen una tendencia, que les hace buscar el centro de la Tierra. Bien pronto por observaciones numerosas, recogidas con

esmero, y combinadas con sagacidad, llegó á convencerse de que todos los cuerpos, todas las partículas de la materia tienen unas hácia otras una tendencia natural. Se manifiesta ella en los cuerpos celestes, girando al rededor de el Sol en virtud de una fuerza, que les impele hácia este Astro, como una honda, que circula en virtud de su tendencia hácia la mano, que sugeta sus extremidades. Se manifiesta en dos gotas de agua, ó de otro cualquier licor, que vemos reunirse súbitamente y confundirse, digámoslo así, siempre que esten colocadas con bastante proximidad, de modo que se toquen en un punto. Ella es el lazo invisible, que une mas ó ménos estrechamente todas las partes, de que se compone un cuerpo sólido. Newton expresa con el nombre de atraccion esta tendencia universal y mutua, y la propone como un efecto natural, cuya causa ignora, mas cuya existencia no le permite la observacion negar.

Puesto que hay atraccion en cada una de las moléculas de la materia, un cuerpo debe atraer mas, ó menos fuertemente, á medida que sea mayor ó menor el número de sus moléculas, y he aqui porque la Tierra, cuya masa es excesiva con respecto á la de los cuerpos terrestres, egerce sobre cada uno de ellos una poderosa atraccion, que hace sea insensible en ellos su mutua tendencia, y que les hace caer siempre que se dejan á su libertad sobre la superficie de la misma Tierra.

Mas todos los cuerpos terrestres, me direis, no tienen esta tendencia hácia la Tierra. El hu-

mo, la llama, y otros no pocos cuerpos, suben en vez de bajar: se desvian de la Tierra en vez de acercarse á ella.

Si soltais un trozo de corcho, cae sobre la superficie de la Tierra. Si lo introduciis en el agua á mas ó menos profundidad, le vereis subir hasta la superficie del líquido, nadar sobre ella, y apartarse por consecuencia de la Tierra. ¿De donde nace esta diferencia? En el primer caso el trozo de corcho cae porque es mas pesado que el aire: en el segundo sube porque es mas ligero que el agua. Luego los cuerpos deben bajar ó subir en la atmósfera de la Tierra, segun que sean mas ó menos pesados que el aire. Por eso la subida del humo, la llama &c. no indica falta de tendencia en ellos hácia la Tierra. Esta tendencia no les falta jamas, y se manifiesta del modo mas sensible en todo espacio vacio, ó lleno de un fluido, que, como la luz, no haga peso sensible puesto en la balanza de un peso.

Era poco saber que la atraccion ejercida por un cuerpo es exactamente proporcional á el número de sus moléculas. Era ademas preciso determinar la diminucion, que esta atraccion sufre con respecto á la distancia. Comparando la atraccion, que la Tierra ejerce sobre la Luna, con la que la misma Tierra ejerce sobre un cuerpo puesto sobre la superficie, llegó Newton á hacer esta importante determinacion. Halló que la atraccion de la Tierra sobre un cuerpo, puesto sobre su superficie, es tres mil seiscientas veces mayor, que la atraccion, que la Tierra ejer-

ce sobre la Luna. (1) Mas, sabiendo nosotros que un cuerpo terrestre está sesenta veces mas cercano que la Luna de el centro de la Tierra, resulta, que, cuando las distancias son como 1 á 60, las atracciones son como 3600 á 1, y por consiguiente, si suponemos las distancias como 1 á 2, las atracciones serán como 4 á 1; si las distancias son como 1 á 3, las atracciones serán como 9 á 1, y asi sucesivamente: esto es decir que si las distancias crecen como los números naturales 1, 2, 3, 4, 5, 6, &c., las atracciones sufrirán una diminucion expresada por los productos de estos mismos números multiplicados una vez por sí mismos 1, 4, 9, 16, 25, 36, &c.

Los sonidos, los olores, el calor y la luz parecen sujetos á la misma ley de diminucion con respecto á la distancia.

Podeis, Señora, conocer sensiblemente por una experiencia bien simple la diminucion de la fuerza en la luz. Apartaos de una vela encendida hasta el punto de no poder leer las letras de un libro mas allá del límite, á donde llegasteis. Apartáos despues á una distancia doble. En esta segunda posicion no podreis leer, sin encender junto á la vela primera otras tres del mismo calibre; esto es, sin cuadruplicar la luz. De esto resulta que la luz tiene cuatro veces menos fuerza á una distancia de diez pies, por ejemplo, que

---

(1) *Véase la nota* 10 *al fin de este tratado.*

á una distancia de cinco pies, y por consiguiente que la luz sufre, como la atraccion, una diminucion expresada por el número, que designa la distancia, multiplicado una vez por sí mismo.

No mas de esto, Señora; yo temo hacerme molesto por razonamientos, que no puedo despojar enteramente de su sequedad natural. Reflexionad sobre esta ley, una de las mas bellas é importantes de la Naturaleza, y yo paso á seguir exponiéndoos la doctrina de Newton sobre el mecanísmo del Mundo fisico.

Soy vuestro servidor &c.

CARTA DUODECIMA.

Continuacion de la exposicion de la doctrina de Newton sobre el mecanísmo del Mundo fisico.

Cuando dejais en libertad á un cuerpo grave, veis que se precipita sobre la Tierra, siguiendo el camino mas corto para llegar á su superficie: conoceis que esta caida es producida por la atraccion poderosa de la Tierra, que le da una velocidad conocida bajo el nombre de pesantez. Mas si, en vez de dejar el cuerpo entregado á su tendencia natural, le arrojais segun una direccion, que no sea ni la de la pesantez ó gravedad, ni su opuesta, el cuerpo se halla animado á un tiempo mismo de dos fuerzas, que le solicitan en dos diferentes sentidos, sin ser por eso contrarios. No pudiendo obedecer á un tiempo á estas dos fuerzas, se combinan estas para hacerle tomar una direccion me-

dia. El camina hácia la superficie de la Tierra por una senda mas larga, que la que hubiera seguido animado solo de la gravedad. Su llegada á el suelo se retarda tanto mas, cuanto mayor sea la impulsion, que ha recibido. Concebiréis con facilidad que, si fuera dado á el hombre comunicar á un cuerpo un impulso tan poderoso, que pudiera hacerle correr hasta mas allá del Perú, este cuerpo, prescindiendo de la resistencia del aire, daria vueltas al rededor de la Tierra sin interrupcion en virtud de la fuerza de impulsion, que es constante, y de la gravedad que le anima sin cesar.

La Luna, sujeta, como todos los cuerpos terrestres, á la dependencia de la Tierra, está animada de la gravedad, que la lleva hácia el centro de aquel Planeta. Y, puesto que ella no obedece á esta fuerza, es preciso que haya recibido de la Naturaleza otro impulso, que, no siendo enteramente favorable, ni enteramente contrario á la gravedad, determina su movimiento al rededor de la Tierra.

Un Planeta cualquiera, la Tierra por ejemplo, es incomparablemente mas pequeño que el Sol. Luego la atraccion, que egerce sobre este Astro, es insensible con respecto á la que egerce el Sol sobre él. Heis aqui porque el Sol es casi inmoble, y porque la Tierra procura sin cesar precipitarse sobre el Sol. Si ella no lo hace, es sin duda contenida por causa de otra fuerza, que se combina con aquella gravedad, que la lleva al Sol, y determina su posicion respecto de él, y su movimiento no interrumpido en el espacio.

Tal es, Señora, el verdadero mecanísmo del sistema de los Planetas. No hizo mas el Autor de la Naturaleza que lanzarlos con una determinada direccion en la inmensidad del espacio, y darles una tendencia mútua, creciendo exactamente como el número de las moléculas, que los componen, y siendo su diminucion representada por el número, que expresa la distancia, multiplicado una vez por sí mismo.

Todos los fenómenos del Cielo han venido como por sí mismos á sujetarse á esta doctrina, que ha dado ademas la explicacion mas satisfactoria sobre el fenómeno importante de las mareas.

Consiste este en oscilaciones regulares y periódicas, que se observan en las aguas del Mar, y la atraccion de la Luna es la que contribuye principalmente á producirlo.

Las moléculas del Mar, colocadas directamente bajo la Luna, son las mas cercanas á ella. Por este doble respecto sufren la accion atractiva de este Astro mas fuertemente, que todas las otras moléculas, que se presentan á la Luna en direccion oblicua. Las aguas, pues, del Occeano deben acumularse y formar una montaña líquida, cuya cumbre se halla precisamente debajo de la Luna.

Las moléculas del Mar, situadas en el punto correspondiente á este en el hemisferio opuesto, son ménos atraidas por la Luna que el centro de la Tierra, que por esta razon las abandona para acercarse á este Astro. Luego se forma una nueva montaña de agua enteramente

opuesta en situacion á la primera. El globo terrestre, que era de figura redonda, la toma oval, y la línea recta, que pasa de uno á otro de sus puntos mas distantes, se dirige hácia la Luna.

Asi es que en las diversas partes del Occeano habrá dos mareas, durante el tiempo que la Luna emplea en hacer su curso al rededor de la Tierra. Cuando ella está en el punto medio para nosotros, esto es, en el meridiano, debe haber alli una elevacion de agua, y una depresion, ó baja, cuando se aparta de él. Nueva elevacion cuando está en el meridiano de los Antípodas, y nueva depresion cuando se desvia de él.

No dejarian de manifestarse asi siempre, si toda la Tierra estuviese cubierta de aguas de una grande profundidad, y si las aguas obedeciesen con prontitud á la fuerza atractiva de la Luna. Mas esto no sucede asi. Ademas de que es necesario un cierto tiempo para acumular las ondas, se halla interrumpido su curso por las costas de la Tierra, por los estrechos, por las islas, &c. lo cual produce necesariamente algunas irregularidades en las mareas.

Pero estas irregularidades no son tan sensibles, que en todas las veinte y cuatro horas, que son poco mas ó menos las que emplea la Tierra en girar sobre su propio centro, y por consiguiente en presentar todos sus meridianos á la Luna, no se vean sobre las aguas del Támesis subir dos veces con el flujo hasta Londres los buques cargados de los tesoros del Universo, y bajar dos veces con el reflujo para tornar á buscar nuevas riquezas.

Esta ventaja es comun á todos los rios, que desaguan en el Occeano. Los que van á perderse en el Mediterráneo no la gozan, y esto depende de que el estrecho, que une al Mediterráneo con el Occeano, forma un canal demasiado pequeño, y situado de un modo poco ventajoso, puesto que mira á las regiones donde se pone el Sol, y que las grandes mareas siguen á la Luna de Oriente á Occidente.

Ademas, con respecto á la poca extension del Mediterráneo, las débiles mareas, que en él produce la Luna, sufren bastante interrupcion. Tantas islas, tantas costas y estrechos estorban que el flujo y reflujo sean considerables.

El imperio del Occeano pertenece casi enteramente á la Luna. Reyna ella allí como soberana. El Sol tiene una pequeña parte en este dominio inmenso, por que su enorme masa, comparada con la de la Luna, está mas que compensada por la excesiva diferencia de las distancias, que separan de la Tierra á estos dos Astros.

Algunas veces las dos fuerzas atractivas del Sol y la Luna se cruzan, y son lo mas contrarias, que pueden ser, á la elevacion del Mar en el mismo lugar, y esto sucede cuando la Luna está en su primero ó segundo cuarto.

Algunas otras veces las fuerzas atractivas del Sol y la Luna conspiran, ó se unen del todo. Entónces son las mareas las mas grandes del mes, y esto sucede en la Luna nueva y llena.

Es conveniente observar que la impresion comunicada á las aguas, y retenida por cierto tiempo en su seno, no debe producir la mas grande

elevacion hasta dos ó tres dias despues de la Luna llena, y luna nueva. Lo mismo sucede en este caso que con el calor, que nos hace sufrir la presencia del Sol en los ardores del Estío. No es el mas grande al medio dia, aun cuando entónces la accion instantánea del calor de este Astro haya llegado á su mayor fuerza. A las dos horas despues poco mas ó ménos es cuando el calor solar se hace sentir mas vivamente, por que se compone de la suma de las acciones egercidas sucesivamente, y que no ha destruido la ausencia del Sol.

Soy servidor &c.

CARTA DECIMATERCIA.

Exposicion de la doctrina de Newton sobre la luz y los colores.

Os he dicho, Señora, en una de las cartas antecedentes que el Sol y las estrellas son el manantial de la luz, esto es, de este torrente de materia fluida, que corre con increible celeridad los espacios celestes para alumbrar y calentar los Planetas, y para hacernos gozar del espectáculo de las maravillas del Universo. Pudiera entonces haberos hablado de las propiedades de este fluido, y de los fenómenos, que produce su presencia; mas, como dependen casi todos de la fuerza atractiva, que anima las partículas de la materia separadas por insensible distancia, crei deber diferir hasta este lugar el presentaros el cuadro de ellas.

El movimiento de los Planetas no ha tenido desde el principio del Mundo hasta ahora alteracion sensible. Se mueven ellos en el vacio, ó al menos en un fluido, que no opone resistencia alguna, Esta ventaja es comun á la luz, y á los Planetas. Partiendo de el Sol un rayo de luz, esto es, un hilo no interrumpido de átomos luminosos, atraviesa libremente los espacios celestes, y sigue por consiguiente exactamente por línea recta. Llegando á la atmósfera de la Tierra el rayo, halla obstáculos, que le hacen apartar de su direccion. Los cuerpos opacos le detienen en su curso rápido; mas en este caso se levanta, formando un ángulo igual al que formó cayendo, y esta propiedad hace nacer todos los fenómenos de los espejos.

Entre estos fenómenos hay uno, Señora, que se os presenta diariamente, y que excita sin duda vuestra sorpresa. Es este el veros á vos misma en vuestro espejo cuando os ocupais en el tocador.

En este caso los rayos, que resaltan de todos los puntos de vuestro rostro, van á herir al espejo. De él vuelven á vuestros ojos, como si vinieran de tantos puntos como hay en vuestro rostro mismo. y con el mismo órden, que están en él, y aparecen dentro del espejo en la misma situacion, en que estais delante de él, representándoos asi fielmente vuestra imagen.

Los espejos, que sirven para este uso, tienen plana la superficie. Aquellos, que la tienen cóncava, se distinguen por la propiedad de enviar los rayos solares hácia un mismo punto, que se

llama foco, donde egercen una asombrosa actividad sobre las substancias inflamables. Sin duda con esta clase de espejos las Vestales encendian el fuego sagrado, y Archimedes abrasó la escuadra de Marcelo en el sitio de Siracusa.

Los cuerpos transparentes ó fluidos, ó sólidos, como el aire, el agua, el vidrio &c., ofrecen á el rayo de luz paso mas ó menos fácil; pero siempre que pasa oblicuamente de uno de estos cuerpos á otro mas ó menos denso, se ve obligado á cambiar de camino para acercarse ó desviarse de una línea recta, que se suponga tirada al punto, en que el rayo entra en la superficie, que separa los dos medios, sin inclinarse mas á una, que á otra parte de esta superficie. Podeis haceros sensible por medio de una experiencia bien fácil esta propiedad de la luz, que dá origen á todos los fenómenos, que nos presentan las lunetas.

Colocad una moneda de plata en el fondo de un vaso opáco. Apartáos de él hasta el punto, en que la moneda deje de seros visible. Echad una poca de agua en el vaso, y volveréis á ver la moneda.

Esta dejó de seros visible, porque las paredes del vaso detuvieron y rechazaron los rayos, que partian de aquel objeto, destinados en línea recta á vuestros ojos. Llenando el vaso del todo, ó en parte, de agua, otros rayos, que parten del mismo objeto, y pasan oblicuamente de el agua al aire, esto es, de un fluido transparente, á otro transparente tambien pero ménos denso, se rompen al pasar; y pues que algunos de ellos

llegan á vuestros ojos para traerles la imágen del objeto, debeis concluir que se apartan de la línea recta dirigida al punto donde estos rayos tocan la superficie del agua, sin inclinarse á una ú otra parte de ella.

Cuando os paseais en un barco movido por los remos, estos os parecen rotos por el punto, en que tocan la superficie del agua. Esto proviene de que la parte sumergida es vista por medio de los rayos, que pasan del agua al aire, y que por consecuencia se rompen ó se refrangen en el punto de este paso, mientras que los rayos arrojados de la parte, que está fuera del agua, llegan á los ojos sin apartarse de su direccion rectilínea.

Es tambien á este desvio de los rayos luminosos, á quien se debe el ver los objetos algunas veces fuera de su lugar. Un pez en el agua nos parece mas cercano á la superficie, que lo que está realmente. Los Astros parecen mas altos de lo que estan. Por la misma razon nos vemos desfigurados, y contrahechos dentro del baño.

Estos fenómenos fueron conocidos desde la mas remota antigüedad. A Newton estaba reservado el honor de descubrir la causa, que los produce. Sabeis ya que todos los cuerpos de la Naturaleza tienen tendencia unos á otros. Sabeis tambien que esta tendencia es comun á todas las partículas de la materia. La tienen tambien las partes de la luz, y se manifiesta notablemente en ciertas circunstancias. Si un rayo de luz se dobla al pasar por las cercanías de los cuerpos,

es porque sufre la atraccion poderosa, que ellos ejercen. Si el rayo se rompe al pasar de un cuerpo á otro, si se dobla mas en su movimiento cuando pasa oblicuamente de un cuerpo á otro mas denso, como por ejemplo del aire al agua, ó al vidrio, no es, como queria Descartes, porque el agua le ofrece un paso mas fácil, sino porque el agua egerce una atraccion mas poderosa. A esta atraccion debe el rayo de luz esta fuerza mayor, que le hace llegar mas pronto al término de su carrera.

Todas las circunstancias, que acompañan al desvio ó refraccion de la luz, se acomodan, como de suyo, á la doctrina newtoniana. Fácil me seria probar esta asercion; pero me veria precisado á recurrir á la Geometria, y yo me he propuesto no valerme de su lenguage.

Los que conocieron los primeros el fenómeno de la reflexion de la luz, pensaron con una apariencia de razon que era producido por las partes sólidas de los cuerpos. Reinó esta opinion por bastantes siglos, sin hallar quien se le opusiese. Descartes la proclamó en su escuela, y alguno de sus discípulos no dudó en mirar un rayo de luz, cuando encontraba á un cuerpo opáco, como á una bala, que cae sobre un muro, que la rechaza, siguiendo una direccion diferente de la de su caida, cuando la hace oblicuamente. Newton juzgó conveniente sujetar esta explicacion á la prueba de la experiencia, y hecho esto, apareció su falsedad.

Si se examina por medio del microscopio un cuerpo, que se haya pulido cuanto sea posible,

aparece su superficie sembrada de cabidades y prominencias. Las partes sólidas del yelo no podrán pues hacer volver rayos luminosos, que tengan un mismo origen, hácia un punto único, real ó imaginario para representar en él al objeto distintamente: y puesto que el yelo ofrece la imágen distinta del objeto, que se pone ante él, es preciso concluir que los rayos, que parten de un mismo punto, no son rechazados por las partes sólidas del yelo. Se hace probablemente la reflexion á una distancia pequeña de la superficie, en que las asperezas se desvanecen ó acaban.

Un trozo de yelo encierra en su espesor un gran número de conjuntos, ó capas de moléculas, de las que cada una deberia hacer volver los rayos luminosos, que se le presentan. Si la reflexion de la luz fuese producida por las partes sólidas de los cuerpos, deberiamos percibir tanto número de imágenes del mismo objeto, como conjuntos de moléculas hubiera, lo cual es contrario á la experiencia.

Si bañamos de aceite, ó agua la superficie de la espalda del vidrio, se disminuye la reflexion. ¿Será esto por que la luz hallará menos partes sólidas en el agua ó en el aceite que en el aire?

En fin, si por medio de la máquina (1) Pneumática se extrae todo el aire, que está detras del vidrio, la reflexion será ménos fuerte, que cuando el aire contribuia á ella. ¿Direis que la luz halla mas número de partes sólidas en el vacio que en el aire?

---

(1) *Véase la nota* 11.

Ya preveo vuestra respuesta, y la pregunta, que le acompañará. Libre ya de la preocupacion, que atribuye á las partes sólidas de los cuerpos la facultad de rechazar los rayos de la luz, manifestaréis deseo de conocer la verdadera causa de este importante fenómeno. Yo os diré con Newton que en el caso, de que se trata, es la atraccion quien produce la reflexion de la luz, porque cuando un rayo, que sale del vidrio, entra en el aire, es atraido por estos dos cuerpos. La parte del rayo, que se halla mas cercana del primero de ellos, debe retirarse hácia tras, como si hubiera sido reflejada. Quítese el aire: las particulas del rayo serán fuertemente atraidas por el vidrio, y casi nada por el poco aire, que pueda restar. Entónces el dicho rayo vuelve casi todo entero sobre sus pasos.

Mas si se baña en aceite ó agua la espalda del cristal, la parte de rayo, que retrocede, debe ser bastante menor que si aun diera el aire en dicha espalda, porque el aceite y el agua contienen principios inflamables, y, en igualdad de circunstancias, las substancias combustibles ejercen sobre la luz una atraccion mas poderosa, que todos los demas cuerpos de la Naturaleza. (1)

Puede, pues á mi parecer, darse por regla general que la fuerza atractiva produce la reflexion de los rayos cuando pasa la luz de un cuerpo ó medio mas denso á uno mas raro; y

---

(1) *Véase la nota 12.*

que la fuerza repulsiva la próduce, cuando pasa el rayo de medio mas raro á medio mas denso.

¿Pero la fuerza atractiva, y la fuerza repulsiva, que los cuerpos ejercen sobre la luz, son una misma y sola fuerza, que llama ó rechaza los rayos luminosos, segun las circunstancias? Newton se decide por la afirmativa. Si teneis algun reparo en abrazar su opinion, os bastará quizá para vencerlo considerar entre tantos y tan continuos ejemplos, como nos ofrece la Naturaleza de estos efectos opuestos producidos por la misma causa puesta en diversas circunstancias, el de la cera que se derrite, y el del barro blando, que se endurece, cuando aquella y este sufren el calor del Sol.

Soy vuestro servidor &c.

CARTA DÉCIMACUARTA.

Continuacion de la exposicion de la doctrina de Newton sobre la luz y los colores.

Sabeis, Señora, que la luz se esparce por línea recta, miéntras no halla obstáculo: que sufre reflexion cuando se encuentra con un cuerpo opáco: que se rompe, ó sufre refraccion, cuando atraviesa por cuerpos transparentes: y en fin que estas reflexiones y refracciones se hacen segun leyes constantes, que hace conocer la experiencia. Me resta aun hablaros de algunas propiedades de la luz, que servirán para descubrir el verdadero origen de los colores.

Un rayo de luz, tal cual viene de el Sol,

por sutil, y simple, que nos parezca, no es una substancia simple seguramente; se compone de una infinidad de rayos, entre los cuales siete se hacen notar por diferencias de color bien sensibles, y son el encarnado, el naranjado, el amarillo, el verde, el celeste, el azul, y el morado. Al partir del lugar de su comun origen, cada uno de estos rayos recibe el color, que le distingue. Este color es inmudable; pero no se nos muestra sino cuando están separados unos de otros los rayos elementales. Su mezcla hace nacer aquel color blanquecino, que caracteriza á la luz del Sol, y esta luz es el manantial de donde toma la Naturaleza todos los colores, que adornan á los diferentes objetos esparcidos por el Universo.

Esta doctrina tiene pruebas rigorosas por apoyo, que esperais oir quizá con cierta suerte de impaciencia. Figuraos una sala enteramente obscura. En una ventana de ella se hace una pequeña abertura, para dejar entrar á un rayo del Sol, y que se presente á él horizontalmente un prisma de cristal, que lo esparza ó le haga sufrir refraccion. En este caso el rayo solar se dispersa, y forma sobre un plano blanco, en que se reciba, una imagen oblonga teñida de diferentes colores. El rayo, á quien aparta ménos la refraccion de su direccion rectilínea, es el encarnado. Despues siguen los demas rayos por este órden: el naranjado, el amarillo, el verde, el celeste, el azul, el violado ó morado, que es el que goza de la mayor refrangibilidad. Estos rayos elementales, aunque diversamente refran-

gibles, aunque diversamente colorados, brillan con un esplendor sorprehendente, en el cual no puede dejar de conocerse el pincel de la Naturaleza.

Yo no hallo mas que dos modos de explicar este fenómeno admirable. O la luz se compone de rayos de diversos colores, y diversamente refrangibles, que, separados por el prisma, nos presentan los diferentes colores, ó al atravesar el prisma es cuando cada rayo solar se divide en varios otros rayos divergentes, cuyos diferentes colores son colores prestados.

Si esta última explicacion fuese la verdadera, se veria variar el resultado, ó modificarse diversamente, repitiendo muchas pruebas, y variando las experiencias. Siempre los rayos se separan y tiñen, siempre estan dispuestos en el mismo órden, siempre conserva cada rayo el color, que le es propio, séase que atraviese por varios prismas, séase que caiga sobre diferentes espejos, y con diferentes inclinaciones.

Luego no son ni las reflexiones, ni las refracciones sufridas por la luz las que dan diversos colores á sus rayos elementales, y por consiguiente cada cual de ellos recibe, al salir de el Sol, el color, con que aparece sobre la Tierra.

Estas pruebas, aunque os parezcan bastante satisfactorias, querriais sin embargo para convenceros del todo que se hallase medio de recomponer la luz, y de hacerla aparecer con la blancura, que la distingue.

Este medio, Señora, está hoy dia en las manos de todos. Un vidrio, á quien se da el nombre de lente, porque tiene la figura de una

lenteja, sirve de ordinario para este uso. Cuando los rayos separados por el prisma atraviesan el lente, se les ve confundirse, descolorarse uno á otro, y despojarse de su brillante adorno, y formar en el punto de su reunion una imagen redonda enteramente blanca, pero de modo que; al separarse otra vez mas allá del foco, vuelve á tomar cada rayo su color y brillo en un órden inverso, pasando asi la vista de placer á placer, y de fruicion á fruicion.

Esta nueva aparicion de colores mas allá del punto, en que los rayos se juntan, hace ver que ellos no pierden su color natural, y que su mezcla solo produce la blancura en el foco del lente.

La experiencia del prisma, variada de diversas maneras, nos va á ofrecer nuevas pruebas de la composicion de la luz, y de la permanencia de los colores.

Estórbese á uno cualquiera de los rayos elementales atravesar por el lente. La blancura de la pequeña imagen, que forman, sufre una alteracion sensible, que se hace desparecer, dejando el paso libre á el rayo interceptado.

La falta de uno cualquiera de los colores se percibe distintamente en la imagen circular, que se ve al lado de acá del prisma Este hace ver los colores, que han concurrido á formarla, al separarlos, rompiéndolos diferentemente.

La imagen formada por los siete rayos de diversos colores, que atravesaron el lente, os parecerá blanca, mirándola con la simple vista. La vereis pintada de todos los colores por me-

dio del prisma. Interceptado un rayo, el mismo prisma os hará conocer que el color de este rayo falta en la imagen. En fin, si no dejais pasar mas que un rayo por el lente, este rayo formará una imagen de un solo color, y no vereis mas que este solo color con el prisma.

Los fenómenos, que producimos por medio del prisma, son producidos por la Naturaleza, cuando los rayos solares, al dirigirse á la Tierra, encuentran gotas de agua esparcidas por la atmósfera. De esto provienen aquellas bandas circulares teñidas de diferentes colores, que se presentan á el observador vuelto de espaldas á el Sol, y que se conocen bajo el nombre de iris, ó arco del Cielo.

Entre los varios meteoros, de que es teatro la atmósfera, es el arco del Cielo aquel, en que la Naturaleza ostenta mas riqueza y magnificencia. Su grande variedad de colores, sus respectivas situaciones, la forma invariable de sus bandas coloradas, el radiante brillo del Sol en tiempo, en que la nube deshecha en lluvia parece que debia interceptar sus rayos; todo esto concurre á aumentar el esplendor del fenómeno, á excitar la admiracion en las almas del comun de los hombres, y á fomentar la curiosidad de los filósofos.

El arco del Cielo ha sido durante muchos siglos la desesperacion de los fisicos. Hoy nadie duda que es producido por los rayos del Sol refractados, ó reflejados una ó muchas veces en las pequeñas gotas de agua, de que se compone la nube. Segun la posicion de estas gotas, las

unas envian á los ojos del observador los rayos rojos, otras los naranjados, otras los amarillos &c.: de modo que cada gota, de las que contribuyen á la formacion del arco del Cielo, aparece del color del rayo, que envia á los ojos del espectador. (1)

Los rayos, que nos envia el Sol, cuando se halla en el horizonte, atraviesan un aire craso y cargado de substancias extrañas. El mayor número de rayos es detenido en su marcha rápida, y los encarnados, dotados de una fuerza capaz de triunfar de estos obstáculos, son los solos que llegan á los ojos, y nos muestran al Sol bajo un color enrojecido. (2)

Los rayos mas refrangibles son al mismo tiempo los mas reflexibles, y á esta propiedad debe el Cielo aquel color azulado, que nos ofrece cuando hace un buen dia. La razon de esto es porque los rayos, que nos vienen de el Sol, son reflejados por la superficie de la Tierra: entran en la atmósfera, y nos reenvia, digámoslo así, los rayos azules, púrpura y violeta, mas reflexibles que los demas, y su mezcla produce el color azulado.

Tengo el honor de ser &c.

---

(1) *Véase la nota 13.*
(2) *Véase la nota 14.*

CARTA DECIMAQUINTA.

Conclusion de la Doctrina de Newton sobre la luz y los colores.

El privilegio de tener un color natural é inmudable pertenece exclusivamente á los rayos de la luz. Los colores de los demas cuerpos son accidentales y variables, se les ve alterarse sensiblemente, y aun extinguirse algunas veces, segun las diferentes modificaciones, que se han hecho sufrir á sus superficies.

La luz del Sol, despues de haber pasado por la atmósfera de la Tierra, se descompone sobre la superficie de los cuerpos, que se hallan en su camino. Algunos rayos son reflejados, y los cuerpos toman siempre el color de los rayos, que son reenviados á ellos en mayor número.

Esta opinion no es una conjetura atrevida y aventurada. No la abrazó Newton hasta despues de haber obtenido una respuesta favorable de la Naturaleza consultada con tino muchas veces.

Haced caer sucesivamente sobre un objeto los rayos separados por el prisma dentro de una pieza obscura, y sea cual fuese el color del dicho objeto, cuando se ve á la luz, parece siempre del color del rayo, que cae sobre su superficie; mas con la notable circunstancia de que, si el color del rayo es el mismo, que el del objeto, el color, que aparece es muy brillante; mas es sombrio y obscuro, si el color del objeto es diferente de el del rayo.

Asi es que un diamante de una blancura, que deslumbra, visto á la luz, se transforma en rubí, en topacio, ó esmeralda &c. si se le expone sucesivamente á la accion de los rayos encarnados, amarillos, verdes &c.: y esta transformacion no permite dudar de que los cuerpos reflejan rayos de toda especie; pero tomando siempre el color de aquellos, que reflejan en mayor número.

En este punto se presenta una cuestion interesante para excitar vuestra curiosidad, y llamar vuestra atencion. Se puede preguntar porque los cuerpos, que nos presenta la Naturaleza, porque los que salen de nuestras fábricas, reflejan algunos rayos con preferencia á otros.

Sabeis que en soplando el agua de jabon por medio de un canuto, se forman pompas teñidas de diversos colores, que se extienden como otros tantos anillos al rededor de diferentes centros. A medida que la parte superior de una pompa se adelgaza por la caida del agua en su parte inferior, se ven los anillos dilatarse, bajar y desvanecerse uno despues de otro.

La variedad de tinturas, que se deja ver en los anillos, depende visiblemente del desigual espesor de las diferentes partes, de que se componen las pompas. Newton descubrió que son necesarios ciertos espesores determinados en una pequeña porcion de agua para que refleje un determinado color; que otros espesores diferentes hacen brillen otros colores: y en general, que es necesario menos espesor para que reflejen los rayos mas refrangibles, como los azules y viola-

dos, y mas espesor para que reflejen otros rayos menos refrangibles como los naranjados y rojos. Es preciso advertir que hablamos de una misma materia. Si se trata de dos materias, una menos densa que la otra, es necesario en la primera un espesor mas considerable para que reflejen los mismos rayos, que en la segunda.

A Newton se debe el haber determinado con la misma exactitud los espesores necesarios para la transmision de los colores. Observando las analogías y relaciones mutuas entre pequeñas porciones de materias, que examinaba, y las partículas, de que se componian los otros cuerpos, llegó á descubrir que las tintas diferentes dependen de un diferente espesor, y diferente condensacion de las partículas. Algunas de ellas son propias para reflejar, ó transmitir rayos de un cierto color, y algunas otras para hacerlo con otros rayos.

Nada mas claro que esta analogía. Las planchuelas, ú hojuelas de oro, y las partículas de otros diversos cuerpos, transmiten un color, y reflejan otro, como se ve en los anillos de las pompas, de que hemos hablado ántes. Estos anillos cambian de color, segun las diferentes posiciones, que se toman para observarlos. Las telas de araña, ciertas sedas, y las plumas de algunas aves, ofrecen el mismo fenómeno.

Entre los rayos, que no son reflejados, ni transmitidos, algunos se combinan con las moléculas de los cuerpos, los otros se quedan aprisionados en los poros, y contribuyen á calentarlos. De esto proviene sin duda el que un cuer-

po opáco se calienta mas pronto, á medida que refleja menos rayos. Proviene tambien el que un cherpo blanco, que refleja casi todos los rayos, se calienta mas tarde que ninguno, al paso, que un cuerpo negro, por quien casi todos los rayos penetran, adquiere calor mas pronto que todos los demas cuerpos. (1)

He formado un pequeño bosquejo de la filosofia de Newton; de esta filosofia, que, no obstante su sublimidad, tuvo desde su origen numerosos y poderosos contrarios. Mas ha triunfado de todos los obstáculos y el tiempo, este justo apreciador de los descubrimientos, la ha afianzado y extendido. No dudo, Señora, que la adoptaréis con placer, y quizâ con aquel entusiásmo, que inspiró á Voltaire estos bellos versos consagrados á la memoria de su autor ilustre.

Substancias puras y eternas
Confidentes del Excelso,
Que cubriis con vuestras álas,
Que adornais con vuestro fuego
Aquel trono, en que os preside,
Y en que reina el Señor vuestro:
Hablad: zelos no mostreis
Del grande y sublime Newton.

Tengo el honor de ser vuestro servidor &c.

FIN DE LA PRIMERA PARTE.

---

(1) *Véase la nota 15.*

NOTAS

DE LA PRIMERA PARTE.

NOTA 1.

Explicacion de la palabra sistema.

La palabra sistema significa conjunto, reunion, agregacion. Se dice sistema de cuerpos, para expresar la agregacion de muchos cuerpos. Se dice sistema de Planetas, para designar el conjunto de Planetas, que componen el Mundo físico. Se dice sistema del Universo, para significar la reunion de todos los cuerpos, de que se compone el Universo.

Se emplea tambien la palabra sistema, para designar un conjunto de proposiciones ligadas entre sí, y que sirven para explicar algunos fenómenos: pero que son apoyadas en principios, que aun no se han probado ser los que estan en la Naturaleza. Si estos principios se demuestran por la observacion y por la experiencia, el sistema toma el nombre de teoría. Por eso decimos el sistema de Descartes, la teoría de Newton,

El sistema es algunas veces útil, por que sirve para ligar hechos, que estaban sueltos, ó aislados. Pero lo mas frecuente es que detenga

el curso de una ciencia, porque conduce de error en error, de precipicio en precipicio, y aleja siempre, mas bien que acerca, del verdadero sendero de la Naturaleza. La verdadera teoría produce un efecto contrario. Da luz á nuestros pasos, nos muestra las relaciones, que enlazan entre sí á los fenómenos, y nos hace frecuentemente entrever su dependencia de la causa, que los ha hecho nacer: en una palabra, el sistema es el romance de la Naturaleza, la teoría es su historia.

NOTA 2.

Sobre el temor infundado de los eclipses.

Aunque la verdadera causa de los eclipses fué conocida por los Filósofos de la antigüedad, han pasado mas de veinte siglos, y no ha cesado este fenómeno de ser mirado como el signo precursor de alguna grande calamidad? El eclipse total del Sol, sucedido en el año de 1654, esparció el terror en París: la mayor parte de sus habitantes se refugiaron á los subterráneos, y se obstinaron en permanecer allí, no haciendo caso de los esfuerzos de los sábios dirigidos á disipar sus falsas alarmas.

NOTA 3.

Sobre el Aire y sus propiedades.

El Aire, ó el flúido, que rodea la Tierra,

y se eleva á una grande altura sobre su superficie, nos interesa á todos, ya porque es el depositario de nuestros pensamientos y afecciones, y ya porque sostiene la existencia de los séres organizados. He aquí el cuadro abreviado de las principales propiedades, que lo distinguen.

El aire es pesado. Esta propiedad fué reconocida por Torriceli, y Pascall despues ha confirmado su existencia. Torriceli observó en 1643 que, si despues de haber llenado de azogue un tubo de vidrio de cerca de 32 pulgadas de largo, y de haberlo cerrado herméticamante por una de sus extremidades, se introduce por la otra, tapada con un dedo, en un vaso lleno tambien de azogue, retirando el dedo, el líquido metálico contenido en el tubo no sale enteramente, y se mantiene cerca de 28 pulgadas elevado sobre el nivel del azogue, que está en el vaso.

El aire ejerce de alto á abajo sobre la superficie del azogue, que está en el vaso, una presion contrapesada por la pesadez de la columna de azogue, que está en el tubo; el efecto de la cual, ejerciéndose tambien de lo alto á abajo, se trasmite lateralmente á las porciones de azogue, que rodean la boca inferior del tubo: porque es propiedad comun á todos los fluidos, que la presion ejercida sobre una de sus moléculas se comunica igualmente, y en todas direcciones, á cada una de las otras.

Si se abre la estremidad superior del tubo, el azogue que encierra, oprimido inmediatamente por la columna de aire, que está vertical sobre él, la cual no está ya sostenida por la cu-

bierta de vidrio, que cerraba el tubo, caerá en el vaso.

Hoy tenemos esta explicacion por satisfactoria; pero no era tenida por tal, cuando publicó Torriceli el resultado de su experiencia, lo cual obligó á Pascall á confirmarla con rigorosas pruebas. Le ocurrió que, si el azogue suspendido en el tubo, lo estaba por el peso del aire, debia en la cumbre de las montañas subir menos, que en su falda, donde tiene sobre sí una columna mayor de aire. Pascall, pues, invitó á su pariente Perrier, que vivia cerca de la montaña llamada Puig-de-Dome, cuya altura es de cerca de quinientas toesas, á hacer al pie de la montaña y en su cumbre la experiencia de Torriceli.

Perrier notó que en la falda del monte se elevaba el azogue en el tubo á 26 pulgadas y 3 líneas, y en la cumbre á 23 pulgadas y 2 líneas solamente: la diferencia de 3 pulgadas y 1 línea dependia por precision de la diferencia de largos, que tenian las dos columnas de aire en los dos sitios, en que se hizo la experiencia.

Esta experiencia fué decisiva en favor de la pesantez del aire, y las numerosas consecuencias, que de ella se sacan, sirvieron para descubrir las causas de un gran número de fenómenos, que se hacian depender de un horror imaginario, que decian tener la Naturaleza al vacio; entre los cuales se halló la altura de cerca de 32 pies, á que el agua llega, sin subir mas, en las bombas aspirantes.

El aire, obrando en todos sentidos sobre los cuerpos, á quienes rodea, ejerce sobre ellos una

presion igual al peso de una columna de azogue, cuya base seria igual á la superficie de un cuerpo dado, y de una altura de 28 pulgadas. Calculada para el cuerpo humano esta presion llega á 31360 libras, la cual es capaz de asombrar á la imaginacion, si no se atiende mas que al número, que la expresa. Mas no tiene influencia alguna peligrosa sobre la economía animal, porque se egerce en direcciones opuestas, y ella misma se contrapesa.

El aire es elástico, porque se le comprime fácilmente, y, cuando cesa la compresion, se restituye por sí mismo á su primer volúmen. Basta para convencerse llenar una vejiga de aire, cerrándola en seguida, haciendo asi como un balon, que bota con una grande fuerza.

El aire es vehículo del sonido, y sirve para trasmitir los sentimientos y pensamientos, que espresamos por la palabra, debiendo esta propiedad á la elasticidad que tiene.

Para valuar la influencia del aire sobre el fenómeno del sonido, importa advertir que este consiste en un movimiento vibratorio excitado en las mas pequeñas moléculas de los cuerpos elásticos. Al punto que estas reciben un movimiento vibratorio se dirigen sucesivamente hácia adelante, y hácia atras. Cuando van hácia adelante, oprimen necesariamente á las moléculas del aire, que les son contiguas, les imprimen un movimiento hácia adelante en la misma direccion que ellas llevan, y por consecuencia las condensan. Pero cuando las partes de los cuerpos sonoros tornan hácia atras, las partes del aire,

que habian sido condensadas, se restablecen en virtud de su elasticidad, y se dilatan. De esto resulta que las moléculas contiguas de aire adquieren un movimiento de vibracion semejante al del cuerpo sonoro. Las moléculas de aire contiguas comunican un movimiento semejante á las mas cercanas á ellas, y estas á las siguientes, y asi de las demas; de manera que el movimiento vibratorio de las moléculas del cuerpo sonoro se propaga por las vibraciones sucesivas del aire hasta el órgano del oido; y como las vibraciones de los cuerpos sonoros se suceden por intervalos de tiempo iguales, las que son excitadas en el aire por estas diferentes vibraciones, se suceden tambien las unas á las otras por intervalos iguales de tiempo.

El aire no se limita solo á servir de vehículo del sonido, sino es que tambien hace algunas veces oficio de cuerpo sonoro. El chasquido de un latigazo, que da un postillon, el silvido de una vara sacudida con violencia, no son otra cosa que el sonido dado por el aire, cuyas partículas vibran, porque han sido heridas por un cuerpo sólido. En el sonido de la flauta no se ve otra cosa que un cierto volúmen de aire arrojado por la boca del tocador para herir una masa de aire contenida en el instrumento, en el que el aire es el cuerpo sonoro; sino fuera asi, y las vibraciones de la madera de la flauta tuvieran alguna parte en la formacion del sonido que dá, dos flautas de diferente materia, siendo iguales en todo lo demas, deberian dar dos sonidos diversos, lo cual es contrario á la experiencia.

El aire es transparente, puesto que por entre este fluido vemos aun los objetos mas distantes. En uno de sus viages al Monte Blanco refiere Sausurre una observacion interesante, que no puedo pasar en silencio. La grande pureza y transparencia del aire, dice este Autor, producen en lo alto del Monte Blanco un fenómeno singular: y es que se pueden ver las estrellas en medio del dia: mas para esto es necesario que el observador esté enteramente á la sombra, y que tenga sobre sí una masa de sombra de una altura considerable; pues, no siendo así, el aire muy claro hace desvanecer la débil claridad de las estrellas. El sitio mas á propósito para hacer la observacion por la mañana era la senda que conduce á la espalda del Monte Blanco; algunos de los Guias me aseguraron haber visto desde allí las estrellas. Yo no pasé á verlas; de suerte que no soy testigo de este fenómeno; pero la asercion uniforme de los Guias no me deja duda alguna sobre su realidad.

NOTA 4.

Sobre las partes componentes del Aire y su influencia en la combustion y la respiracion animal.

Tiempo ha que se sabia ser el aire atmosférico necesario para la combustion y la respiracion; pero no se ha sabido hasta nuestros dias apreciar ó valuar la influencia de este fluido sobre estos dos grandes fenómenos de la Natura-

leza: para ello ha sido necesario someterlo al poder de la analisis, y arrancarle la antigua prerogativa de la simplicidad elemental.

Se ha conocido que en la combustion pierde el aire una parte de su substancia, y que esta parte es constantemente la misma, sea el que fuere el cuerpo combustible, que se queme. Se ha conocido tambien que el aire no sirve para la combustion sino con una parte determinada de su propia substancia, y que la otra, que resta, se une al cuerpo combustible, y forma con él un compuesto incombustible: de aquí se ha inferido que el aire se compone de dos fluidos aeriformes diferentes: el uno útil y aun necesario para la combustion, y el otro, que no puede servir para ella. Cuanto la primera porcion es apurada por un cuerpo, que se quema, se encuentra este rodeado de la segunda porcion, que no puede alimentar la combustion, y este fenómeno cesa, el cuerpo se apaga, y el aire, que resta, no puede por consiguiente hacer durar la combustion un cuerpo encendido se apaga subitamente introducido en esta parte de aire.

Estas verdades no son equívocas: están fundadas sobre la experiencia en la combustion del azogue, del fosforo, de la cera, del plomo &c. Desde el momento, en que fueron incontestables, se trató de dar un nombre distintivo á cada una de las dos porciones, que componen el aire de la atmósfera. Se llamó á la porcion, que sirve para la combustion, con el nombre de *aire puro ó aire vital*, porque ella sola es la que alimenta la vida, especie de combustion animal: la

otra porcion fué llamada *aire flogístico y mofeta atmosférica.* Cuando las propiedades de estos dos fluidos fueron mejor conocidas, se llamó al primero con el nombre de *gas oxigeno*, y al segundo con el de *gas azoe.* Los nuevos descubrimientos no dejan duda de que estos nombres no son los convenientes, y se ha sustituido el de *gas nitrogeno* al de gas azoe. Se ha conocido que el gas oxigeno, y el gas nitrogeno, que componen el aire, no están estrechamente unidos, sino es que forman una especie de mezcla, en la cual no entra el gas oxigeno, sino es, lo mas, como una cuarta parte.

El aire atmosférico no es propio para la combustion y la respiracion, sino en virtud del gas oxigeno, que contiene. Los cuerpos, que arden y los animales, que respiran, absorven en cada instante la parte oxigena del aire, y sin embargo la atmósfera conserva siempre su salubridad, porque la Naturaleza, que no pierde jamas de vista nuestras necesidades, le proporciona los medios de reparar sus pérdidas.

Los insectos y las plantas expuestas á los rayos del Sol transpiran gas oxigeno; y el agua, que tiene como base y uno de sus elementos al gas oxigeno, se descompone en el acto de la vegetacion, para resarcir á la atmósfera los beneficios, que hace en favor de los animales.

Siendo el gas oxigeno el solo fluido aeriforme respirable, aquel, que viviera continuamente en una atmósfera de este gas sin mezcla de nitrogeno, tendria sin duda mas calor, y mas energía; pero por una justa compensacion perderia en

cuanto á el tiempo, lo que ganaba en vigor y fuerza: semejante á la bugía encendida, que esparce en el gas oxigeno puro una claridad brillantísima; pero que se consume mucho mas pronto, cuando arde en el gas oxigeno, cuya excesiva actividad tempera la concurrencia del nitrogeno.

El gas nitrogeno forma un poco mas que las tres cuartas partes del aire atmosférico, y no sirve para la combustion y respiracion. Un animal, que tiene pulmones, muere casi de repente en este fluido, y una vela encendida se apaga en el momento.

Todos los fluidos aeriformes, á excepcion del gas oxigeno, son igualmente perjudiciales á la combustion; lo que distingue el gas nitrogeno es, que entra como elemento en la composicion del áccido nítrico.

NOTA 5.

Sobre las especies y razas principales del género humano.

El género humano se divide en dos especies distintas, y cada una en diversas razas principales.

La primera especie tiene por principales carácteres fisicos una tez blanca ó solamente aceituní bronceada; pero jamas negra, cabellos lácios y largos, estatura muy derecha &c. Sus carácteres morales son una inteligencia mas estensa, que la de otra especie, una habilidad y una in-

dustria superiores á las de las otras razas &c. Esta especie se divide en dos ramas principales, que se subdividen en muchas familias.

La segunda se distingue de la primera por una tez de color castaño obscuro, ó todo negro, y nunca blanco, ó color de bronce: por cabellos negros mas ó menos lanosos, siempre muy crespos y cortos &c. Veánse en la tabla siguiente las divisiones generales del género humano.



PRIMERA ESPECIE.	1ª *Raza blanca.*	Arabe-Indiano. Céltico y Caucasiano.
	2ª *Raza morena.*	Chino. Calmuco-Mongol. Lapon-Ostiaco.
	3ª *Raza color de cobre.*	Americano ó Caribe.
	4ª *Raza morena obscura.*	Malayo ó Indiano.
SEGUNDA ESPECIE.	5ª *Raza negra.*	Cafres. Negros.
	6ª *Raza negruzca.*	Hotentotes. Papues.

NOTA 6.

Sobre la naturaleza de los animales, y sus especies

Los animales son séres dotados de sentimientos y de movimiento voluntario. Se dividen en diferentes especies, y cada una se compone de un número prodigioso de individuos, empezando en los animales solo visibles por medio del microscopio, y concluyendo en los cuadrúpedos como el perro, el elefante &c; y no podemos dejar de conocer en todos un verdadero sentimiento, y aun algunas veces todas las apariencias del raciocinio.

En los cuadrúpedos se distinguen los vivíparos, y los ovíparos. Los primeros estan en general cubiertos de pelos, producen á sus hijos vivos, y los alimentan de leche; los segundos no tienen pelos, y todos ponen huebos.

Los cuadrúpedos vivíparos se dividen en clases, cuyo número es muy considerable, existiendo muchas lagunas ó intermedios de una familia á otra, porque no se conocen todas la especies de cuadrúpedos, y porque muchas de ellas han sido sin duda destruidas.

NOTA 7.

Sobre los insectos, y sobre el Gas carbónico, que apetecen.

Los insectos hacen un papel muy importante

en la economía de la Naturaleza, sea por el número prodigioso de sus especies, ó sea por el número, asombroso muchas veces, de los individuos de cada especie. Tienen con las plantas rasgos de semejanza, que no se hallan en los otros animales. Los órganos respiratorios están, como los de las plantas, esparcidos sobre toda su superficie: como las plantas se alimentan de un fluido aeriforme perjudicial para la combustion y para la respiracion de los animales, que tienen pulmon. Se les ve buscar con empeño un gas mefitico y áccido, que es muy abundante en la Naturaleza, y que se conoce con el nombre de áccido carbónico.

Este áccido aeriforme es bastante mas pesado que el aire atmosférico, por lo cual ocupa siempre las regiones inferiores de la atmósfera. Se encuentra en las cabidades subterráneas, como los sepulcros, las bodegas, los pozos, las grutas &c. Hay cerca de Nápoles una gruta llena de este Gas accido, conocida bajo el nombre de *Gruta del perro.*

La fermentacion del mosto y la cerbeza producen un desprendimiento de este fluido aeriforme: ocupa bajo las substancias vegetales, que se hallan en fermentacion, el lugar, que exige su pesadez; y en la atmósfera de este gas es donde se ve siempre nadar un gran número de insectos, empeñados siempre en buscarla.

La combustion del carbon, y la respiracion de los animales, que tienen pulmones, producen una cantidad considerable de gas áccido carbónico, Todas las partes de las plantas, y princi-

palmente las hojas puestas en la sombra, lo transpiran sin cesar: en fin las aguas minerales, la cerbeza, y todos los vinos como el de Champaña, que hacen cierta clase de espuma, como la de la cerbeza, retienen este fluido aeriforme en un estado de mezcla. Se le obtiene 1º por la agitacion del líquido, que lo encierra: 2º por el calor, que siempre favorece á el desprendimiento de este gas. El contacto del aire produce el mismo efecto tanto mas pronto, cuanto su temperatura es mas elevada. Asi es, que para conservar las aguas minerales, los vinos dichos arriba, &c., es necesario encerrar estos líquidos en botellas bien tapadas expuestas al frio, ó tenerlas con tapones fuertemente ajustados.

NOTA 8.

Sobre el Mar, Aire, y Tierra como morada de los animales.

Hay en la Naturaleza tres imperios destinados á la morada de los animales. La atmósfera pertenece á las aves. El Occéano es la habitacion de los peces, y la Tierra, que es como el medio entre los aires y las aguas, es ocupada por el hombre, y por una multitud de animales: asi es que el pez puede ser mirado como la produccion del Occéano, el ave como hija de los aires, y el cuadrúpedo como de la Tierra.

El Occéano está poblado de una multitud innumerable de peces. La profusion de los gérmenes, la multiplicacion de los individuos, la ex-

cesiva variedad de especies y razas, excede quizá á todo lo que los aires y la Tierra pueden producir unidos. La menor gota de agua es un mundo entero de animales visibles solo por medio del microscopio. El imperio de los mares debe por consecuencia contener un número, á que no alcanza el cálculo, y que quizá rehuye el poder de la imaginacion.

NOTA 9.

Sobre la atmósfera y volcanes de la Luna.

La Luna no puede carecer enteramente de crepúsculo, si tiene atmósfera. Muchos Sábios se la niegan, pero esta opinion es contrariada por las observaciones de Scrhoeter.

Este hábil Astrónomo ha demostrado por un grande número de observaciones 1º que hay al rededor de la Luna un verdadero crepúsculo, que se extenderá cuando menos á dos grados y 38 minutos, y cuando mas á 3 grados y 6 minutos. 2º que la atmósfera de la Luna es 29 veces mas leve que la atmósfera de la tierra. 3º Observó Scrhoeter que suceden en muy poco tiempo grandes mutaciones en la superficie de la Luna, lo que le hace sospechar que hay en ella muchos volcanes en actividad. Sus efectos son mas considerables que los de los volcanes de la superficie de la Tierra, porque la fuerza atractiva, que se egerce en la superficie de la Luna, es cinco veces menor. 4º que las mutaciones son mas frecuentes en el hemisferio aus-

tral de la Luna: asi es que puede decirse, en vista de las observaciones mas exactas y ciertas, que en la Luna, lo mismo que en la Tierra, y Venus y Mercurio, el hemisferio austral tiene mas frecuentes alteraciones que el boreal.

NOTA 10.

Sobre la pesantez de la Luna comparada con la de los cuerpos terrestres.

Newton descubrió con el socorro de la Geometria que la Luna, despojada de su fuerza de proyeccion, y expuesta solo á la fuerza, que la lleva hácia la Tierra, correria quince pies en un minuto: por otra parte sabia por la experiencia que un cuerpo terrestre, obligado solo por su gravedad, corre 15 pies en el primer segundo, 45 en el segundo y 75 en el tercero. Infirió de esto que la pesantez de los cuerpos terrestres es en el mismo tiempo dado 3600 veces mas grande que la de la Luna.

NOTA 11.

Sobre la invencion de la máquina Pneumática. Descripcion de ella.

Ottodeguerik cónsul de Magdebourg halló el modo de hacer el vacio, ó á lo menos de enrarecer mucho el aire encerrado en una campana de cristal, que llamó recipiente. La maqui-

na, que él imaginó para este efecto, se llama máquina ó bomba pneumática.

Se construye de diferentes maneras, y en todas ellas las principales partes son: 1º un tubo hueco y muy liso en el interior, que se llama cuerpo de la bomba. 2º un tubo sólido, ó piston, á quien se hace mover en un cilindro, que se ajusta exactamente con su superficie interior. 3º una platina ó plancha cubierta de una piel húmeda, sobre la cual descansa el recipiente: se introduce el piston hasta el fondo del tubo, despues se retira, y por este medio se forma el vacio en la cabidad del tubo. Comunicándose esta cabidad con el recipiente por un pequeño canal hecho en el fondo del tubo; el aire se extiende en el recipiente, y entra en parte en el tubo, de forma, que tiene en este el mismo grado de sutileza que en el recipiente. Se cierra la comunicacion entre este y el tubo, se hace salir el aire de él, y se introduce el piston en el fondo; si este se retira de nuevo, abriéndose la comunicacion entre el tubo y el recipiente, la sutileza ó ligereza del aire se aumenta en dicho recipiente; y, repitiendo el mismo movimiento del piston, se logra al fin reducir el aire al mas alto grado de sutileza; mas sin poderlo extraer enteramente.

NOTA 12.

Sobre la atraccion de la materia respecto á la luz y los principios inflamables y combustibles del diamante, el agua &c.

Puesto que todas las moléculas de la materia atraen los rayos de luz situados junto á ellas, la fuerza atractiva de los cuerpos respecto de la luz debe aumentar tanto, cuanto sea mayor el número de moléculas, que los componen, siendo, como es, la accion de cada molécula la misma, y esto tiene lugar en el aire, en el cristal comun, en el cristal de roca, &c.

Newton ha probado por la experiencia que las moléculas de muchos cuerpos diferentes ejercen sobre la luz una diferente accion. Las moléculas de los cuerpos combustibles, por ejemplo, ejercen una atraccion mas poderosa que las moléculas de otros cuerpos, y esta atraccion es tanto mas fuerte, cuanto la combustibilidad es mas grande.

Newton descubrió que las moléculas del diamante atraen la luz tan fuertemente como las moléculas del azufre, del alcanfor, del alcohol &c., y de esto dedujo que el diamante es una substancia muy combustible. Descubrió tambien que la fuerza atractiva del agua, respecto á la luz, era un término medio entre la del diamante y la del cristal, lo que le hizo anunciar que contenia el agua un principio inflamable; pero hasta estos últimos tiempos no ha justificado su

anuncio la experiencia, haciendo ver que el aire inflamable, ó gas hidrogeno, es uno de los principios constituyentes del agua.

NOTA 13.

Causa del arco iris.

Se ha creido por muchísimo tiempo con Aristóteles que el fenómeno del arco iris dependia exclusivamente de la reflexion de los rayos solares, producida de un cierto modo por las gotas de agua esparcidas en la atmósfera. Basta para destruir esta explicacion advertir que un rayo solar sin color permanece siempre sin color, aunque se le hagan sufrir todas las reflexiones imaginables.

En 1571 Fletcher de Breslau intentó explicar el iris por una doble refraccion y una reflexion; pero se engañó groseramente al creer que el rayo solar, penetrando en una gota de agua, sale de ella, despues de haber sufrido una doble refraccion, y encuentra en su camino otra gota, que lo refleja á los ojos del expectador.

Antonio de Dominis imaginó despues hacer entrar el rayo solar por la parte superior de la gota, hacerlo reflejar contra la parte posterior, y hacerlo al fin salir por la parte inferior, para ir al ojo del espectador, y por consiguiente que el rayo solar sufria una reflexion precedida de una refraccion, y seguida de otra. Los rayos rojos son, segun este Físico, aquellos, que, al salir, estaban los mas vecinos á la parte pos-

terior de la gota, porque, atravesando ménos porcion de agua, conservan mas fuerza. Los rayos verdes y celestes son los que salen por la parte mas lejana del fondo. Los otros colores dependen de la mezcla de los tres primeros.

El mismo Físico observó en seguida que todos los rayos, que forman un mismo color, vienen de puntos semejantemente colocados para hacer ángulos iguales con el eje del Sol por el ojo del espectador. Luego las fajas coloradas deben parecer circulares. Los rayos rojos, saliendo de la parte mas vecina al fondo de la gota, forman evidentemente un mas grande ángulo con el eje. Luego deben parecer mas elevados, y la faja roja debe ser exterior. Despues de la faja roja sigue la naranjada, la amarilla, la verde &c. Este Físico apoyó esta explicacion con el testimonio de la experiencia. Una bola de cristal no gruesa, llena de agua, ofrece á la vista los colores del Iris y en el mismo órden, á medida que se sube ó se baja.

Antonio de Dominis no es tan feliz en la explicacion, que da de la formacion del Iris exterior: lo hace depender, como la del interior, de una sola reflexion del rayo solar contra el fondo de la gota, precedida y seguida de una refraccion: pretende que los rayos, al formar el segundo Iris, son reflejados por partes mas cercanas al fondo de la gota, que los que forman el rojo en el primer Iris, y parece que hace venir los unos de la parte superior del disco solar, y los otros de la parte inferior. La separacion bien distinta de los dos iris, y el órden

opuesto en la série de colores, que presentan: estas dos circunstancias, que se observan siempre en el fenómeno, son visiblemente el escollo de esta explicacion.

Descartes el primero tuvo la idea de la doble reflexion del segundo Iris, y con ella contribuyó á completar la explicacion del fenómeno; pero es preciso confesar que esta explicacion no llegó al límite de la perfeccion hasta que Newton demostró la refrangibilidad diferente de los rayos elementales, que componen la luz, y aplicó á el resultado, obtenido por los que le precedieron, la verdadera teoría de los colores,

NOTA 14.

Causas de los cercos del Sol y Luna, y de la aparicion de muchos Soles ó muchas Lunas.

La Naturaleza nos presenta muchos fenómenos, que dependen de la refraccion de la luz, entre los cuales se distinguen aquellos anillos luminosos, de que los astros aparecen cercados alguna vez, y que ofrecen á poco mas ó menos los colores mismos del Iris dispuestos por el mismo órden.

Estas especies de coronas se muestran mas frecuentemente al rededor del Sol y de la Luna, y dependen, como el Iris, de la refraccion, que hacen sufrir á los rayos del Sol las gotas de agua esparcidas por la atmósfera. Hay sin embargo la diferencia, de que en el Iris hay

refraccion y reflexion de rayos, y solo refraccion en las coronas.

Lo que justifica esta explicacion es, que si se mira una bugía encendida, mediando entre ella y el espectador el vapor, que exhala el agua caliente contenida en un vaso, se ve al rededor de la llama una corona teñida de colores. Se obtiene un efecto semejante, si se mira la bugia encendida, mediando entre ella y los ojos del espectador una luna de cristal bien tersa y empañada de pequeñas gotas de agua.

El Sol se presenta algunas veces acompañado de muchas imágenes solares muy propias para excitar la admiracion y la sorpresa. Estas imágenes son siempre tan grandes como el Sol, pero su figura no es tan exactamente esférica: su contorno exterior presenta los mismos colores que el Iris.

En la época de la aparicion de estas imágenes solares jamas está el tiempo sereno. Pequeñas nubes, flotando de tiempo en tiempo en la atmósfera, alteran bien á menudo su trasparencia.

Las imágenes solares aparecen durante el invierno cuando sopla el viento del Norte.

La duracion de la aparicion de estas imágenes es de una, dos, tres y aun cuatro horas.

Cuando estas imágenes desaparecen, cae ordinariamente lluvia, y aun nieve bajo la forma de agujas.

Todas estas circunstancias reunidas hacen pensar que estas imágenes solares son formadas por

la reflexion de los rayos del Sol sobre una nube, que se le opone de una cierta manera.

La Luna se presenta tambien algunas veces acompañada de una, ó muchas imágenes lunares, que dependen de la misma causa, que las imágenes solares, de que acabamos de hablar.

NOTA 15.

Sobre la luz del Sol y algunas de sus propiedades.

La luz solar se distingue por otras muchas propiedades, cuyo catálogo abreviado no puede dejar de ser interesante.

Es un hecho generalmente confesado por los físicos, que las plantas esparcen en la atmósfera una cantidad considerable de gas oxigeno; pero esta propiedad no les conviene sino cuando están expuestas al contacto de los rayos del Sol. Luego la luz solar tiene una influencia grande sobre la descomposicion del agua por medio de las plantas que vegetan. Ella es, quien, mientras que las plantas se apoderan del hidrogeno del agua, atrae poderosamente el oxigeno, se combina con esta substancia, le da la fluidez aeriforme, y favorece á su evasion á la atmósfera, para reparar las pérdidas, que hacen sufrir á la salubridad del aire atmosférico la respiracion y la combustion. Esta verdad no puede desconocerse si se atiende, 1º á que el agua es la sola substancia, que puede surtir á los vegetales del hidrogeno; que entra en su composicion: 2º á

que los guisantes sueltan gas hidrogeno en el acto de la germinacion, segun las observaciones de Sennebier y Huber: 3.º á que las plantas exhalan mucha mas agua por la evaporacion, que la que chupan por las raices: 4º á que la sombra cambia enteramente la propiedad, que tienen las plantas de purificar la atmósfera; sueltan solo de si gas áccido carbónico, cuando son privadas del contacto con la luz del Sol. Esta privacion estorba la descomposicion del água. Entónces este líquido es absorvido enteramente por las plantas, se tornan blancas, insipidas, y débiles, y contienen mucho menos de materia colorada combustible, ú oleosa, que aquellas que son heridas por la lumbre del Sol.

FIN DE LAS NOTAS DEL MUNDO FISICO.

NOTA DEL TRADUCTOR.

Sobre el juicio, que debe hacerse del sistema Copernicano, y el aspecto bajo que puede admitirse y defenderse.

¿Y el sistema copernicano, que enseña Libes tan decididamente, se ha de tener por absoluta y realmente verdadero, ó solo como el mejor de los conocidos, y apto para explicar perfectamente los fenómenos celestes, sea de su realidad lo que se fuese? ¿Podremos decir la Tierra se mueve, y con su movimiento se comprehenden sin inconvenientes los fenómenos celestes, ó ya solo dirémos que, suponiendo movimiento en la Tierra, todo se explica, comprehende y allana?

Hubo un tiempo, en que la Iglesia Católica no permitia hablar del sistema copernicano, sino es de este último modo; y muchos Sábios solo lo sostenian en estos términos de suposicion. Hoy y antes de hoy, todos, ó casi todos los físicos de Europa, (escribe Feijóo tom. 4 de Cartas, carta 21) „sostienen como efectivo el movimiento real de la Tierra. Es seguido el sistema Copernicano por innumerables Autores Católicos, y se enseña dentro de la misma Roma á vista y ciencia del Papa, de el Colegio de Cardenales, de otros muchos ilustres y doctos eclesiásticos, que hay en aquella Capital del catolicísmo, y á la del Tribunal de la Fé, que hizo abjurar del sistema á Galileo. Hoy se permi-

te su pública enseñanza en Roma á vista del mismo Tribunal. Y no permite dictarlo y escribirlo solo como hipotesis, pues esto lo permitió antes expresamente aquel venerable Senado. Por las memorias de Trevoux consta que se enseña y escribe en tono asertivo.

La Inquisicion Romana no prohibió absolutamente el sistema copernicano, ántes si con la excepcion de el caso, en que se llegase á hacer evidencia de su verdad, y es cierto que la prohibicion esta concebida en estos términos. Llegó ya el caso de hacerse tan dominante este sistema, que, como dije arriba, fundado en la sentencia decisiva de los Autores de las memorias de Trevoux, sugetos, que por las circunstancias, que concurren en ellos, es imposible que padezcan error en un hecho de esta clase, casi todos los fisicos modernos son Copernicanos. Ahora pregunto: ¿No es un juicio muy prudente, y muy racional el de que, cuando tantos doctos fisicos de diferentes intereses, Naciones, y religiones, de quienes la mayor parte respeta la autoridad de la Escritura, en que está el único tropiezo del sistema copernicano, conspiraron unánimes á admitirlo, fueron sin duda movidos de tantas, y tan poderosas razones, que su coleccion, para el efecto de persuadir, se puede reputar por en algun modo equivalente á una perfecta evidencia? Parece que sí. ¿Pues quien quita pensar, que los Señores Ministros de aquel venerable Tribunal hicieron ese juicio, y por eso permiten la pública enseñanza de la doctrina de Copernico? Digo permiten, porque para la simple permision

no es menester una evidencia de la mas rigurosa exactitud.

Añado que, como no siempre se prohibe la aceptacion de una doctrina por su absoluta falsedad, mas tambien, porque de ella, aun siendo verdadera, ó probable, por las circunstancias de los tiempos se pueden seguir algunos inconvenientes, que debe precaver el buen Gobierno; puede ser que un tiempo tuviese algun inconveniente el seguir á Copernico, que despues haya cesado. Pongo por egemplo: puede ser escandalosa en un tiempo, y ofensiva de oidos piadosos aquella doctrina; y hoy, que se sabe, que es tan comun, no escandalizar á persona."

En España, una de las Naciones mas tardas en admitir este sistema, se enseñan ya en las áulas por órdenes del Soberano Autores enteramente Copernicanos.

En vista de las razones, que favorecen el sistema, del casi unánime consentimiento de los Sábios de las Naciones en admitirlo, y de la permision de una autoridad eclesiástica para defenderlo no solo como suposicion, sino como realidad. ¿Podrémos y deberemos decir la Tierra se mueve?

Confesamos que de los demas sistemas, unos son absurdos, otros abiertamente insuficientes, y otros complicadísimos. No dudamos llamar con el P. De Chales al Copernicano, por la facilidad y sencillez, con que se explican los fenómenos, invencion divina; „pero yo no veo, dice el P. Feijoó en la carta citada, porque razon pudo Dios estar obligado á fabricar el Mun-

do segun el sistema, que á nosotros nos parece mas cómodo. Acaso por varios designios de la Providencia, que ignoramos enteramente, el sistema, que nos parece mas cómodo, será el mas incómodo de todos."

De otra manera: para tener por real el movimiento de la Tierra como causa con que se expliquen los fenómenos celestes, si hemos de estar á un dógma lógico inconcuso, es preciso, ó haber investigado todas, todas las causas, que pudieran producir dichos fenómenos, y haberlas excluido por haber hallado el mas próximo y verdadero influxo sobre ellos en el movimiento de la Tierra, ó sin aquella investigacion, haber hallado ser efectivo dicho movimiento, y ser él evidente causa de los fenómenos. Lo primero ni se ha hecho, ni quiza puede hacerse. Lo segundo no se ha conseguido. En buen hora tengan los Copernicanos argumentos numerosos y gravísimos: en buen hora sean despreciados los demas sistemas: en buen hora prefiera ya el que sepa raciocinar, y no tenga espíritu de partido, el sistema Copernicano, despreciando los otros: en buen hora mírese como una opinion del mayor mérito y peso que se quiera, pero ¿quién se atreverá á decir *efectivamente y sin duda se mueve la Tierra*? En una palabra no está demostrado el movimiento de la Tierra.

INDICE.

NOTAS DEL TRADUCTOR.

INDICE DEL MUNDO FISICO.

NOTAS DE LAS CARTAS SOBRE EL MUNDO FISICO.

ADVERTENCIA.

El autor no indica á la cabeza de las notas los asuntos de que tratan: el Traductor ha tenido por conveniente señalarlos en este índice.


MUNDO
71


colorchecker CLASSIC
calibrite
mm